

# Abordagem ecológica à percepção e ação: Fundamentação para o comportamento motor

Sérgio T. Fonseca<sup>1</sup>, Christina D.C.M. Faria<sup>2</sup>, Juliana M. Ocarino<sup>3</sup> & Marisa C. Mancini<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia – EEEFTO-UFMG, Belo Horizonte, MG 31270-901

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação “Ciências da Reabilitação” – UFMG

<sup>3</sup> Centro Universitário de Belo Horizonte

<sup>4</sup> Departamento de Terapia Ocupacional – EEEFTO-UFMG

## *Ecological approach to perception and action: Fundaments for motor behavior*

**Abstract:** The Ecological Approach to Perception and Action and its philosophical principles has been largely applied, in the area of motor behavior, to the understanding of perception and human movement. The objective of the present study is to introduce the philosophical position and the core concepts of the Ecological Approach to Perception and Action, emphasizing its principles and its uniqueness in relation to other theories related to motor behavior. The Ecological Approach, as opposed to other approaches, assumes the direct realism as its philosophical standpoint. Thus, the Ecological Approach to Perception and Action proposes the concepts of specificity, direct perception and *affordance*. By assuming the direct realism, the Ecological Approach to Perception and Action commits to the mutuality animal – environment and perception and action, and proposes that the dualism, commonly found in other theories, does not contribute to the understanding of human motor behavior. The choice of a given theory, during the process of scientific investigation, implies in a commitment to the philosophical views and to the principles and assumptions in which it is based. The knowledge about the core concepts of the Ecological Approach may support the decision making process about accepting or rejecting the ideas advanced by James Gibson and, consequently, direct the use of this theory to the development of investigations on perception and action.

**Key Words:** Ecological approach, perception, action, motor behavior.

## Introdução

A área de comportamento motor tem despertado interesse de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento (Camachon, Montagne & Buekers 2004; Keele, 1968; Thelen, 1995; Turvey, 1992; Warren, 1998). Atualmente, a tentativa de entender os processos e mecanismos associados ao comportamento motor tem levado filósofos, matemáticos, cientistas da computação, neurocientistas, biomecânicos e profissionais de ciências aplicadas, tais como educadores físicos, fisioterapeutas, psicólogos e terapeutas ocupacionais, a investigar o movimento humano por meio de diversas perspectivas. Entretanto, é certo que o entendimento do comportamento motor ainda está longe de estar consolidado. Existem diversas teorias que fundamentam a área de comportamento motor (Morris, Summers, Matyas & Iansek, 1994; Schmidt, 1980; Shumway-Cook & Woollacott, 2001; Todorov, 2004; Turvey & Fonseca, *in press*). O entendimento das premissas

básicas de uma teoria é essencial para que os profissionais e pesquisadores envolvidos na área do comportamento motor possam selecionar conscientemente aquela que forneça uma estrutura conceitual adequada e disponibilize princípios que venham nortear o desenvolvimento de investigações científicas (Portney & Watkins, 2000).

Dentre os modelos teóricos aplicados à área de comportamento motor, a Abordagem Ecológica à Percepção e Ação, proposta por James Gibson (1986), vem sendo desenvolvida por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento e apresenta princípios que a diferencia de outras propostas teóricas (Gibson, 1998; Michaels & Carello, 1981; Reed, 1988, Shaw, 2002; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Essas diferenças se manifestam na definição e utilização de determinados termos, mas principalmente, na posição filosófica sobre a realidade (ontologia) e sobre o conhecimento (epistemologia) (Shaw, Turvey & Mace, 1982). Apesar da abordagem ecológica à percepção e ação

ser aparentemente centrada no aspecto perceptual, o pressuposto da inseparabilidade entre percepção e ação deixa claro que essa abordagem pode contribuir diretamente para o entendimento do comportamento motor. Dessa forma, o objetivo desse ensaio teórico foi apresentar a posição filosófica, bem como os conceitos centrais da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação, destacando suas especificidades em relação a outras teorias que fundamentam o comportamento motor. Além disso, são discutidas as implicações da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação para o entendimento do movimento humano.

### Posições Filosóficas das Teorias Perceptuais

O realismo é a posição filosófica assumida pela Abordagem Ecológica à Percepção e Ação, assim como pela maior parte das teorias vigentes em qualquer área do conhecimento (Michaels & Carello, 1981; Shaw, Turvey & Mace, 1982). De acordo com o realismo, o mundo é real e a existência de um objeto ou evento não é dependente de elaboração mental (Dent-Read & Zukow-Goldring, 1997; Huemer, 1998). Neste contexto, os objetos e eventos percebidos pelos seres vivos existem independentemente de serem ou não percebidos (Michaels & Carello, 1981). Tal premissa oriunda do realismo parece óbvia, entretanto, por muitos anos, o conhecimento científico foi influenciado por uma posição filosófica antagônica, denominada idealismo (Huemer, 1998). Uma premissa central do idealismo admite que o mundo real só existe porque os seres vivos o percebem, o que ilustra a dependência entre a existência dos objetos/eventos percebidos e a percepção dos seres vivos (Michaels & Carello, 1981). Embora a posição filosófica do realismo seja abraçada por muitas teorias, importantes diferenças entre elas tornam-se evidentes quando são feitas as distinções entre o realismo indireto e o realismo direto (Shaw, Turvey & Mace, 1982).

O realismo indireto assume a existência de uma mediação entre o mundo real e o ser vivo que o percebe (Huemer, 1998). Existem duas concepções que fundamentam essa mediação: o racionalismo e o empirismo (Shaw, Turvey & Mace, 1982). Segundo o racionalismo, o mundo físico real é percebido a partir da razão, que é elaborada por meio de um conhecimento abstrato, adquirido anteriormente ao contato do ser que percebe com o objeto ou evento a ser percebido. A razão inata ao indivíduo é primária e induz a percepção, ou seja, o objeto/evento é percebido a partir do momento em que o observador associa a esse objeto uma

representação interna pré-existente. Nesta concepção, apesar do mundo ser considerado real, ele é abstrato, pois o ser que percebe deve fazer, por meio de alguma mediação, associações entre o inato e o que é disponibilizado para ser percebido. Na perspectiva do empirismo, a percepção do mundo físico real ocorre a partir da experiência, ou seja, do contato do ser que percebe com o que é percebido. A experiência, nesse caso, é primária, sendo considerada o mecanismo desencadeador da representação interna do mundo real, a qual induz à percepção (Shaw, Turvey & Mace, 1982). Apesar das diferenças notórias entre o racionalismo e o empirismo, ambas as concepções convergem para um ponto comum: a existência de uma representação interna do mundo real e a necessidade dessa representação para que o mundo possa ser percebido pelo ser, seja este processo de percepção desencadeado pela razão adquirida anteriormente à percepção (racionalismo), ou pelos mecanismos internos formados a partir da experiência (empirismo) (Michaels & Carello, 1981; Shaw, Turvey & Mace, 1982). Especificamente na área de comportamento motor, exemplos de teorias relacionadas ao realismo indireto que ainda estão em vigência ou que fundamentam princípios ainda vigentes são: teoria reflexa, teoria hierárquica (Shumway-Cook & Wollacott, 2001), teoria de programação motora (Keele, 1968; Morris, Summers, Matyas & Iansek, 1994; Schmidt, 1980), propostas derivadas da mesma, como as teorias de esquema (Schmidt, 1975), de programas motores generalizados (Shapiro, Zernicke, Gregor & Diestel, 1981) e de programa de ação (Tani, 2005), e teorias recentes como a de controle otimizado por feedback (Todorov, 2004).

O princípio básico que fundamenta a posição filosófica do realismo é que a existência de objetos e eventos independe dos mesmos serem ou não percebidos (Gordon & Wiley, 1989; Michaels & Carello, 1981; Shaw, Turvey & Mace, 1982). Baseado neste princípio questiona-se por que a percepção do mundo real por parte dos seres deve ser um processo mediado ou um processo interno, gerando uma separação entre o que é percebido e o ser que percebe (Gibson, 2000; Reed, 1988; Turvey & Fonseca, *in press*) Portanto, assumir o realismo indireto pode ser visto como assumir o realismo de forma parcial: o mundo é real e existe independente da percepção, mas a percepção do mundo real precisa ser mediada, ou seja, ela se dá de forma indireta (Shaw, Turvey & Mace, 1982).

A Abordagem Ecológica à Percepção e Ação, por outro lado, assume o realismo direto (Dent-Read & Zukow-Goldring, 1997; Gordon &

Wiley, 1989): a percepção do ser vivo ocorre diretamente, sem mediação, sem nenhum processo interno ou mental, sem a necessidade de qualquer suplementação, representação, abstração, associação, processamento, inferência e/ou memória (Gibson, 1986; Gordon & Wiley, 1989; Michaels & Carello, 1981). Segundo Shaw, Turvey & Mace (1982), o realismo indireto ilustra a dificuldade histórica em desenvolver uma teoria de percepção intrinsecamente realista. Apesar de ser uma tentativa de incorporação dos conceitos básicos do realismo, o realismo indireto, assim como todo processo envolvido no desenvolvimento do conhecimento científico, também não deixou de apresentar influências da posição filosófica predominante anteriormente, o idealismo. Como a maior parte do conhecimento científico já desenvolvido apresenta essa influência histórica do realismo indireto (Shaw, Turvey & Mace, 1982), principalmente se considerarmos a área de comportamento motor, é justificável a dificuldade encontrada por muitos para compreender as premissas do realismo direto. Considerando que a Abordagem Ecológica à Percepção e Ação é uma proposta teórica que assume o realismo direto, torna-se necessário que seus conceitos centrais sejam explicitados para possibilitar o entendimento aprofundado dessa abordagem.

### Conceitos Centrais da Abordagem Ecológica

Para assumir inteiramente o pressuposto básico do realismo, é preciso desconsiderar alguns princípios que constituem as teorias baseadas no realismo indireto, tais como: os estímulos como desencadeadores da percepção do mundo real; a necessidade de mediação para percepção; e o dualismo entre animal e ambiente (Cutting, 1982; Jacobs & Michaels, 2002). O entendimento de conceitos centrais da Abordagem Ecológica como especificidade da informação, percepção direta e *affordance*, possibilitará a uma revisão dos princípios citados anteriormente e fornecerá a oportunidade para que uma abordagem, fundamentada no realismo direto, possa ser assumida em toda a sua essência.

#### *Especificidade da informação*

A Abordagem Ecológica à Percepção e Ação tem como pressuposto a percepção de informação e não de estímulos (Gibson, 1986; Michaels & Carello, 1981; Reed, 1988; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). A diferença entre estímulo e informação torna-se evidente quando se analisa o contexto da informação visual. Segundo Gibson

(1986), há dois tipos principais de luz: a luz radiante e a luz ambiente. Uma luz radiante é constituída por um conjunto de raios luminosos que divergem de uma determinada fonte de energia. A estimulação dos receptores da retina por meio desses raios, por exemplo, indica somente a existência de uma determinada quantidade de energia. Entretanto, uma luz radiante que incide sobre um determinado meio vai ser refletida em diferentes intensidades e direções (luz ambiente). Como as superfícies do ambiente diferem em relação as suas propriedades (rigidez, densidade, grau de coesão entre as moléculas etc.), elas modificam a luz irradiada dando a essa energia estruturas particulares (Gibson, 1986). Dessa forma, a luz é estruturada à medida que é refletida, mapeando a estrutura e características do ambiente (Gibson, 1986; Gordon & Wiley, 1989; Reed, 1988). Por exemplo, a composição e arranjo dos átomos de um meio sólido não permitem a transmissão de energia luminosa, mas apenas a absorção e reflexão dos raios. Essa reflexão é um processo que estrutura a energia luminosa, de forma que a luz refletida (luz ambiente) deixa de ser apenas energia e passa a ser informação que vai especificar propriedades de objetos tais como formato e textura de sua superfície. Dessa forma, segundo Gibson (1986), informação é definida como energia estruturada pelo ambiente e que por manter uma especificidade com sua fonte (uma relação direta de um para um - 1:1) entre a energia ambiental estruturada e a propriedade percebida), não necessita de processos inferenciais.

Na literatura, a palavra informação é utilizada em muitos contextos. Por exemplo, o termo informação é definido em algumas abordagens teóricas como inputs ou energia gerada em um determinado meio (Lundy-Ekman, 2002). Neste contexto, a informação é considerada um estímulo que provoca alterações no disparo de receptores presentes em diferentes órgãos sensoriais (Lundy-Ekman, 2002). Entretanto, como a estimulação desses receptores não é suficiente para a percepção do mundo físico real, alguma forma de processamento interno é necessária para interpretar e enriquecer este estímulo recebido pelos receptores e, assim, possibilitar a adequada percepção do mundo real (Gordon & Wiley, 1989; Reed, 1988). Em outro contexto, Shannon & Weaver (1949) desenvolveram o campo da teoria da informação, na qual o conceito de informação está relacionado a uma medida da redução de incerteza (ou entropia) em um dado sistema. O conceito de informação descrito por Shannon & Weaver (1949) tem sido, até hoje, utilizado na formulação de teorias na área de comportamento

motor. Ao contrário dessas definições, para a abordagem ecológica o termo informação se refere aos padrões de energia estruturada existentes em um dado nicho (informação ecológica), que por ser específica do mundo real, informa fielmente (legitimamente) sobre o mundo físico sem necessidade de processamento inferencial ou da existência de processos probabilísticos (Gibson, 1986; Kelso, 1995; Michaels & Carello, 1981).

Informação, sob o ponto de vista da Abordagem Ecológica, refere-se, portanto, a um padrão de energia que especifica precisa e fielmente a existência (e as características) de objetos e eventos que o observador percebe. Essa especificidade da informação ilustra uma relação direta de 1:1 entre os estados do ambiente e os padrões de energia que estes estados provocam (Michaels & Carello, 1981; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Uma determinada realidade física provoca uma única estrutura ou padrão de energia no ambiente. No caso da informação visual, por exemplo, para cada propriedade do ambiente que modula a luz, há uma propriedade óptica única e correspondente (Turvey, Shaw, Reed & Mace 1981). Essa relação de especificidade existente entre o ambiente e os padrões de energia estruturada pelo mesmo significa que essa energia estruturada descreve de forma invariante a fonte que a estruturou (Gibson, 1986, Gordon & Wiley, 1989).

Invariantes são parâmetros presentes nos padrões de energia estruturada pelo ambiente que não se alteram diante de transformações nos padrões de energia ou que apresentam padrões constantes de transformação, ilustrando regularidades nas suas mudanças (Gibson, 1986). Por exemplo, o movimento de um observador no ambiente gera alterações no fluxo de estimulação visual (fluxo óptico). A presença de regularidades e persistências nas mudanças do fluxo óptico (invariantes) vai especificar o ambiente, o observador e a relação entre ambos (Gibson, 1986; Warren, 1998). Dessa forma, transformações que ocorrem no campo visual especificam a movimentação do observador. Quando uma pessoa se move em direção a um objeto, cujo tamanho permanece constante, há uma expansão da sua imagem no campo visual do observador. A persistência do tamanho do objeto e o fluxo de expansão da imagem no campo visual especificam a aproximação do observador e não o aumento no tamanho do objeto. O contrário ocorre quando o observador se afasta de um determinado ponto. Esse movimento é especificado pela retração do campo visual que converge para o ponto do qual o indivíduo se afasta (Gibson, 1998; Lee & Lishman,

1974). Existem invariantes em todos os tipos de padrões de energia estruturada, seja na luz ambiente, nos padrões de vibração de ondas sonoras, padrões de difusão química e também nos padrões de deformação de tecidos biológicos (Gibson, 1986). Portanto, a existência de invariantes, e conseqüentemente a informação ecológica, não está restrita à visão. A existência desses invariantes permite, para ser propositalmente repetitivo, a manutenção de uma relação de 1:1 entre a energia estruturada e a fonte que a estrutura, dando suporte ao conceito de especificidade da informação (Gibson, 1986; Michaels & Carello, 1981; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981; Warren, 1998).

A especificidade existente entre os invariantes presentes nos padrões de energia estruturada, seja ela óptica, mecânica, acústica ou química, e as propriedades e eventos do ambiente é regida por leis físicas, denominadas leis naturais (Denton, Dearden & Sowerby, 2003; Kugler & Turvey, 1987; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). No caso da informação visual, o tamanho, formato e composição de uma determinada superfície estrutura a luz de tal forma que a luz refletida preserva as características dessa superfície (Gibson, 1986). Essa especificidade só é possível devido à existência de leis físicas envolvidas no processo de reflexão da luz (leis de reflexão). Por exemplo, em superfícies com *'layout'* irregular, cada porção da superfície reflete a luz em determinada direção, causando uma reflexão difusa dos raios (Thomas, 1996). Devido às leis relacionadas ao plano e ângulo de incidência e reflexão, esta reflexão difusa (energia estruturada – informação) especifica o layout irregular da superfície (Gibson, 1986). Essas leis naturais, por governarem as relações de especificidade que existem no sistema animal-ambiente, sustentam o processo de percepção direta (Kugler & Turvey, 1987; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Outros exemplos de como leis naturais regem a formação de padrões são facilmente encontrados na literatura, sendo ilustradas, tanto na formação de proteínas no nível sub-celular (Denton, Dearden & Sowerby, 2003) quanto em leis químicas de dispersão que provocam a emergência de formas complexas de cupinzeiros encontrados no Brasil e na África (Kugler & Turvey, 1987).

#### *Percepção direta*

Durante o processo de evolução, o animal evoluiu em um nicho ambiental que determinou seus sistemas perceptuais de forma a serem capazes de detectar os invariantes presentes nos padrões de

energia estruturada pelo ambiente (Reed, 1988; Warren, 1998). A existência de uma relação de especificidade entre os padrões de energia e os estados físicos que os geram torna possível a percepção sem a necessidade de qualquer forma de mediação (percepção direta) (Gibson, 1986; Gordon & Wiley, 1989; Michaels & Carello, 1981). Um exemplo dado por Turvey, Shaw, Reed & Mace (1981) pode ajudar a entender melhor esse conceito. Inicialmente, vamos assumir a existência uma relação de especificidade regida por leis naturais entre uma determinada propriedade “a” presente no ambiente (digamos ‘sólido’) e um determinado padrão de energia estruturado por essa propriedade (informação “e”). No contexto descrito acima, caso exista um animal/observador capaz de detectar essa informação “e”, (por meio dos sistemas perceptuais do observador) a percepção da propriedade “a” (extração da informação “e”) só pode ser direta. Na ausência de leis naturais que permitam que a propriedade de ‘sólido’ fosse especificada pela luz ambiente (ou por informação acústica ou mecânica), o conhecimento da existência dessa propriedade somente poderia ocorrer indiretamente por processos inferenciais (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). A especificidade da informação torna desnecessário qualquer processo interno (representação, associação, inferência e/ou memória) ao ser que percebe para que a percepção ocorra. Portanto, para que a percepção seja direta, é necessário que uma determinada propriedade do ambiente seja legitimamente (i.e., por meio de leis) especificada pela informação, o que só é possível através de leis naturais, e ainda que o animal seja dotado de sistemas perceptuais que o torne capaz de detectar essa informação (Gibson, 1986; Reed, 1988; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981).

### *Affordance*

Affordance é um termo criado por Gibson (1986) que se refere às possibilidades de ação oferecidas pelo ambiente para um determinado animal. O processo de percepção envolve extrair (perceber) affordances das superfícies, objetos, locais, pessoas e eventos, ou seja, perceber quais as possibilidades de ação são suportadas pelo ambiente (Gibson, 1970, 2000; Turvey, 1992;). As propriedades físicas de uma superfície podem suportar determinadas ações, ou seja, sua composição e seu ‘layout’ constituem o que ela suporta. Uma superfície plana, horizontal com alta rigidez, por exemplo, oferece affordance de suporte para uma pessoa, portanto, ela percebe que aquela superfície suporta a ação de deambular. Um

determinado objeto pode especificar a affordance de “pegável”, “manipulável” dependendo da complementaridade entre as dimensões do objeto e as dimensões da mão do observador (Rochat, 1989). Portanto, perceber uma affordance é perceber a relação entre alguma propriedade e o uso da mesma pelo indivíduo (Gibson, 1986).

Uma affordance não é específica apenas ao ambiente, mas também ao indivíduo (Klevberg & Anderson, 2002). Um indivíduo treinado para escalar percebe uma superfície com alto grau de inclinação como “escalável”, o mesmo não acontece com um indivíduo não treinado. Uma cadeira pode oferecer a affordance de “sentável”, ou seja, pode suportar a ação de sentar para um adulto, mas não para uma criança pequena (que pode percebê-la como “escalável”). A água, por exemplo, oferece affordance de suporte para alguns tipos de insetos, mas não para humanos (Gibson, 1986). Diferentes ‘layouts’ especificam diferentes ações para diferentes animais, portanto, uma affordance se refere tanto ao ambiente quanto ao animal, implicando em uma complementaridade entre ambos (Reed, 1988).

A percepção de uma affordance não necessariamente implica na sua efetivação (Reed, 1988). Da mesma forma, a existência de uma affordance independe da presença de um observador, uma vez que esta se refere àquilo que o ambiente oferece e não somente àquilo que o animal observa (Michaels, 2003; Reed, 1988). A percepção de uma affordance só é possível se o indivíduo tiver propriedades que o permita perceber e fazer uso dessa affordance (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Como o inseto é um animal dotado de capacidade para voar, ele percebe o ar como um meio que suporta ações de vôo (Gibson, 1986). De acordo com a Abordagem Ecológica, as capacidades de ação de um indivíduo, que permitem a ele fazer uso de uma affordance, é chamada efetividade (Michaels & Carello, 1981). Warren (1984) demonstraram que quando indivíduos foram solicitados a escolher um degrau com uma altura confortável para subir, utilizando para isso apenas a informação visual, o degrau escolhido foi aquele com uma altura que preservava uma relação ótima com o comprimento da perna, de forma a aumentar a eficiência biomecânica do movimento. Portanto, a percepção e efetivação de uma affordance exigem uma complementaridade entre as possibilidades de ação suportadas, especificadas pelo ambiente, e as capacidades de ação de um animal (efetividade) (Michaels & Carello, 1981).

Os conceitos centrais apresentados acima: especificidade da informação, percepção direta e

affordance demonstram que a Abordagem Ecológica está fundamentada no realismo direto. No processo de investigação científica, a escolha de uma teoria implica obrigatoriamente em assumir um compromisso com a posição filosófica que embasa a construção e concepção dessa teoria, bem como com os princípios e pressupostos que a norteiam. Portanto, a utilização da Abordagem Ecológica para o entendimento do fenômeno percepção-ação implica que todo raciocínio científico e tomada de decisão clínica devem ser embasados nos conceitos centrais do realismo direto.

### Conseqüências de assumir o realismo direto

Assumir o realismo direto como visão ontológica do mundo significa negar qualquer necessidade de se recriar a realidade através de algum tipo de processamento interno (Shaw, Turvey & Mace, 1982). A utilização de concepções como a necessidade de elaboração mental para a percepção do mundo real implica necessariamente em uma separação entre animal-ambiente e mente-corpo, dualismos ainda presentes na literatura científica (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Neste contexto, a não especificidade do input gerado pelo ambiente faz com que este seja insuficiente para permitir a percepção do mundo físico real. Portanto, um indivíduo somente terá conhecimento do mundo por meio de memória inata, adquirida, ou por meio de raciocínio (Gordon & Wiley, 1989; Michaels & Carello, 1981). Qualquer teoria em que os processos perceptuais e motores são internos ao indivíduo está baseada em princípios filosóficos dualistas, para os quais conseqüentemente, a representação mental torna-se a base para a percepção.

Assumir o realismo direto como posição filosófica para uma teoria perceptual como a Abordagem Ecológica implica negar qualquer forma de dualismo entre animal-ambiente, mente-corpo e, conseqüentemente, entre percepção-ação (Shaw, Turvey & Mace, 1982). O compromisso com o realismo direto pressupõe a aceitação de uma nova posição ontológica sobre o mundo e o abandono de explicações para o comportamento motor que envolvam processos como empréstimo de inteligência e regressão infinita (Kugler & Turvey, 1987; Turvey & Fonseca, *in press*). No empréstimo de inteligência, dá-se a alguma estrutura interna ao indivíduo a capacidade, competência de interpretação, inferências e decisões (Kugler & Turvey, 1987). O cerebelo, por exemplo, é descrito como a estrutura responsável por controlar a postura e movimento através de

comparações com representações internas e correções da ação (Lundy-Ekman, 2002). Entretanto, a forma ou o processo pelo qual esta estrutura realiza estas funções é algo não totalmente explicado. As tentativas de explicação acabam envolvendo processos de regressão infinita, ou seja, a explicação de um fenômeno requer o uso do fenômeno para sua explicação (Kugler & Turvey, 1987). Por exemplo, em teorias de controle motor, onde um controlador é assumido, existe a necessidade de se explicar quem controla o controlador e assim por diante. Em ambos os casos, observa-se a tentativa infrutífera de se responder quem (qual estrutura) e como (qual processo) é responsável pela percepção e controle do movimento (Turvey & Fonseca, *in press*). Acreditar, portanto, nos dualismos (separação) animal-ambiente e mente-corpo envolve uma visão ontológica totalmente diferente do realismo direto.

A quebra do dualismo entre animal e ambiente e, conseqüentemente, entre percepção e ação, os quais predominam na visão científica vigente na área de comportamento motor, é o ponto de partida para assumir o realismo direto (Shaw, Turvey & Mace, 1982; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Abandonar o dualismo significa assumir o mutualismo (impossibilidade de separação) entre animal-ambiente e entre percepção-ação, dois princípios básicos da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação (Gibson, 1986; Withagen & Michaels, 2005).

O animal percebe e age em seu ambiente e, para explicar o processo que envolve a percepção e a ação é preciso considerar o animal e o ambiente como um sistema mútuo, uma unidade (Gibson, 1986; Michaels & Carello, 1981; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Atualmente, várias teorias da área de comportamento motor afirmam considerar o ambiente no qual o animal está inserido (Schmidt, 1980; Shumway-Cook & Wollacott, 2001; Tani, 2005). Tal afirmação não implica, necessariamente, em abraçar o mutualismo animal-ambiente. Nessas teorias, o animal e o ambiente são tomados em dualismo, como dois subsistemas independentes separados arbitrariamente: o subsistema animal e o subsistema ambiente. Entretanto, considerar o ambiente é diferente de tomá-lo como um sistema mútuo com o animal (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). Mutualismo animal-ambiente significa que nenhum animal poderia existir sem um ambiente, e este só é considerado ambiente, e não apenas uma realidade física, se houver um organismo (Gibson, 1986; Shaw, Turvey & Mace, 1982).

Assumir o mutualismo animal-ambiente é imprescindível para se assumir o mutualismo percepção-ação (Gibson, 1986). As ações do animal

ocorrem em referência a um ambiente, o qual estrutura a energia que o especifica (informação), e esta, por sua vez, é percebida pelo animal (Michaels & Carello, 1981; Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981). De acordo com a abordagem ecológica, o animal percebe para agir e age para perceber (Gibson, 1986). Perceber para agir significa que a função primária da percepção é guiar a ação do animal no ambiente (Gibson, 1986; Michaels & Carello, 1981). Por exemplo, estar no local certo no tempo certo para agarrar uma bola que foi lançada não é solucionado por predição, mas apenas por adaptar a ação à informação que especifica o que precisa ser feito para satisfazer o objetivo de agarrar a bola (Michaels & Oudejans, 1992). Neste caso, se a aceleração vertical da bola for um invariante que especifica a trajetória da mesma, basta ajustar a ação (locomoção) para manter constante a aceleração vertical da projeção da bola no plano de imagem, para estar no local exato para alcançar a bola, e não predizer onde a bola vai cair e então agir (Michaels & Oudejans, 1992). Exemplo similar da percepção de informação guiando a ação é observado quando se extrai do fluxo óptico o invariante *tau* (Inverso da taxa de expansão do tamanho da imagem projetada pelo objeto na retina do observador) obtém-se a informação de tempo para contato. O indivíduo guia sua ação de se esquivar de um objeto que se aproxima do seu rosto ao extrair uma informação que vai especificar em um determinado momento o contato imediato com o objeto (Lee, 1980). Estes exemplos ilustram como a existência de controle prospectivo pode ser entendido pela abordagem ecológica sem a necessidade da implementação de conceitos, de predição ou antecipação baseados em modelos internos (Turvey, 1992). O mutualismo entre percepção e ação é possível, pois a informação além de ser fiel à sua fonte (fenômeno de especificidade regido por leis naturais), especifica as possibilidades de ações que o ambiente oferece para o animal (affordance) (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981).

Em complementaridade ao conceito de percepção para a ação, agir para perceber significa que ações exploratórias do animal no ambiente são importantes fontes de informação perceptual (Gibson, 1988). Oudejans, Michaels, Bakker e Dolné (1996) demonstraram que durante uma tarefa em que o indivíduo tinha que agarrar uma bola lançada em sua direção foi observada uma baixa precisão do movimento de agarrar a bola quando os indivíduos se mantinham parados. Entretanto, quando os mesmos puderam se movimentar ao serem expostos à trajetória inicial da bola, a precisão para agarrar a bola foi significativamente

maior. Como o processo de percepção envolve uma exploração ativa do ambiente (Gibson, 1986), este exemplo demonstra que o próprio movimento gera informações utilizadas para guiar a ação, estabelecendo um ciclo percepção – ação. Neste contexto, percepção e ação são componentes diferentes da mesma função (Michaels & Carello, 1981) e como são inerentes ao sistema animal-ambiente (Gibson, 2000), devem também ser sempre considerados mutuamente. Os princípios da mutualidade animal-ambiente e da mutualidade percepção-ação são ilustrados nos conceitos de *affordance* e de efetividade, discutidos anteriormente.

Os princípios discutidos retratam o compromisso do realismo direto com uma ciência baseada em leis naturais (Turvey, Shaw, Reed & Mace, 1981), em que não há a necessidade de preencher lacunas desconhecidas com explicações teóricas que levam a problemas como os da regressão infinita e o empréstimo de inteligência (Kugler & Turvey, 1987). A busca por essas leis tem se tornado o grande esforço de investigação dos pesquisadores envolvidos com essa teoria (Carello, 2004; Coelho, 2004; Fonseca e Turvey, 2006; Michaels & Beek, 1995; Turvey, Burton, Pagano, Solomon & Runeson, 1992; Turvey, 2007; Warren, 1998) com o objetivo de desenvolvê-la, comprovando e estabelecendo cientificamente seus pressupostos, e não apenas de assumi-los, aceitá-los ou tomá-los como existentes. Portanto, o grande compromisso da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação, e talvez o que suporta os princípios discutidos, é com uma ciência natural, uma teoria constituída por leis naturais capazes de explicar cientificamente os pressupostos da mutualidade animal-ambiente, da mutualidade percepção-ação, da especificidade da informação e da percepção direta.

### Considerações Finais

Assumir a posição filosófica e os pressupostos teóricos da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação faz com que as áreas do comportamento motor, especificamente relacionadas ao controle, aprendizagem e desenvolvimento motor, possam ser repensadas considerando-se os conceitos centrais e os princípios básicos dessa abordagem. Entretanto, devido ao fato de que um entendimento mais aprofundado de cada uma dessas áreas por parte da abordagem ecológica necessita da apresentação de alguns conceitos não discutidos nessa revisão, tais como complexidade, auto-organização, criticalidade, transições de fase, atratores e exploração-seleção (Kugler & Turvey,

1987; Kelso, 1995; Turvey, 2004), o detalhamento da visão ecológica para essas áreas está fora do escopo do presente artigo. Na área de controle motor, discussões sobre o papel da informação no controle da ação (Laws of Control) são elegantemente apresentadas Warren (2006) e Turvey (1990, 2007). Aos interessados na área de aprendizado motor, teorias ecológicas do aprendizado perceptual e motor são encontradas nos trabalhos de Michaels & Beek (1995), Jacobs & Michaels (2002), Runeson & Andersson (2007) e Gibson (1955, 2003). Além dos conceitos da abordagem ecológica, avanços nas áreas de sistemas epigenéticos e sistemas dinâmicos têm contribuído para o entendimento dos processos desenvolvimentais sob uma perspectiva ecológica. Os trabalhos de Adolph, Eppler & Gibson (1993), Dent-Read & Zukow-Goldring (1997), Miller (1997), Thelen (1995), Turvey & Fitzpatrick (1993) e Wagman & Miller (2003) são bons exemplos de como a abordagem ecológica pode auxiliar o entendimento do desenvolvimento humano.

Estudos desenvolvidos na área de comportamento motor (Coelho, 2004; Jacobs & Michaels, 2002; Michaels & Beek, 1995; Shaw, McIntyre & Mace, 1974; Sidaway, McNitt-Gray & Davis 1989) têm permitido a fundamentação da Abordagem Ecológica à Percepção e Ação e demonstrado que esta é uma abordagem consistente e promissora para fornecer um modelo que relacione cientificamente as idéias existentes e, conseqüentemente, permitir o desenvolvimento do conhecimento científico para o entendimento do movimento humano. A posição filosófica da abordagem ecológica, os seus conceitos centrais e os seus princípios básicos ilustram a sua singularidade, permitem a sua distinção em relação a outras teorias e reforçam o seu comprometimento com a ciência. Em qualquer área do conhecimento, teorias são propostas com o objetivo de organizar e explicar fatos e observações reais (Portney & Watkins, 2000). Apenas quando as mesmas alcançam um nível de consistência sólida, resultante de evidências confirmatórias e de ausência de evidências falsificatórias, é possível consolidá-las e utilizá-las para prever os fatos existentes. Os profissionais e pesquisadores envolvidos no estudo do comportamento motor devem, portanto, selecionar de forma criteriosa e consciente aquela teoria que deve ser adotada, tanto para a atuação prática quanto para o direcionamento de investigações científicas. Esse é o único caminho sólido para permitir o desenvolvimento teórico e o estabelecimento de previsões precisas acerca do comportamento motor humano. Nesse sentido, a abordagem ecológica à

percepção e ação deve ser seriamente considerada, mesmo que a quebra de paradigmas produzida pelos conceitos desenvolvidos por James Gibson e apresentados no presente artigo possa ser, aparentemente, radical.

## Referências

- Adolph, K.E., Eppler, M.A., Gibson, E.J. (1993). Crawling versus walking infants' perception of affordances for locomotion over sloping. *Child Development*, 64, 1158-1174.
- Camachon, C., Montagne, G., Buekers, M. (2004). Laurent M. Learning to use visual information. *Ecological Psychology*, 16:115-128.
- Carello, C. (2004). Perceiving affordances by dynamic touch: Hints from the control of movement. *Ecological Psychology* 16:31-36.
- Coelho, Z.A.C. (2004). *O Impacto da informação ambiental no desenvolvimento do alcance em crianças nascidas a termo, na faixa etária de 4 a 6 meses: Uma Abordagem Ecológica* [dissertação]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais.
- Cutting, J.E. (1982). Two ecological perspectives: Gibson vs. Shaw and Turvey. *American Journal of Psychology*, 95(2), 199-222.
- Dent-Read, C. & Zukow-Goldring, P., (1997). Introduction: ecological realism, dynamic systems, and epigenetic systems approaches to development. In: Dent-Read, C., Zukow-Goldring, P. (Eds.), *Evolving Explanations of Development: Ecological Approaches to Organism-Environment Systems*, American Psychological Association, Washington, DC., 1-22.
- Denton, M.J.P. Dearden, K., Sowerby, S. J. (2003). Physical law not natural selection as the major determinant of biological complexity in the subcellular realm: new support for the pre-Darwinian conception of evolution by natural law. *Biological Systems* 71, 297 – 303.
- Fitch, H.L., Tuller, B., Turvey, M.T. (1982). The Bernstein perspective: III. Tuning of coordinative structures with special reference to perception. In: Kelso JAS. *Human motor behavior: An introduction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc. 271-281.
- Fonseca, S.T., Turvey MT. (2006). *Biotensegrity perceptual hypothesis: A medium of haptic perception*. Apresentado no North American Meeting of the International Society for Ecological Psychology; Jun 22-24; Cincinnati, Ohio.



- Gibson, E.J. (1970). The development of perception as an adaptive process. *American Scientist*, 58, 98-170.
- Gibson E.J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review Psychology*, 39,1-41.
- Gibson, E.J., Pick A.D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. Oxford: University press.
- Gibson, E.J. (2000). Where is the information for affordances? *Ecological Psychology*, 12,53-56.
- Gibson, E.J. (2003). The world is so full of a number of things: On specification and perceptual learning. *Ecological Psychology*, 15,283-287.
- Gibson, J.J., Gibson, E.J. (1955). Perceptual learning: differentiation or enrichment? *Psychology Review*, 62, 32-41
- Gibson, J.J. (1986). *The Ecological approach to visual perception*. 2ª ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Gibson, J.J. (1998). Visually controlled locomotion and visual orientation in animal. *Ecological Psychology*, 10,161-176.
- Gordon, IE, Wiley J. (1989). Direct Perception and ecological optics: the work of J.J. Gibson. In: *Theories of Visual Perception*, 146-187.
- Huemer, M. (1998). A direct realist account of perceptual awareness. [dissertação]. Program in Philosophy. Graduate School-New Brunswick Rutgers, the State University of New Jersey.
- Jacobs, D.M., Michaels, C.F. (2002). On the apparent paradox of learning and realism. *Ecological Psychology*, 14,127-139.
- Keele, S.W. (1968). Movement control in skilled motor performance. *Psychology Bull*,70,387-403.
- Kelso, J.A.S. (1995). Perceptual Dynamics In: Kelso, JAS *Dynamics Patterns, the Self Organization of the Brain and Behavior*, Brad Ford Books. 187-226
- Klevberg, G.L., Anderson, D.I. (2002). Visual and haptic perception of postural affordances in children and adults. *Human Movement Science*,21,169-86.
- Kugler, P.N., Turvey, M.T. (1987). *Information, Natural Law, and the sel-assembly of Rhythmic Movement*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, D.N., Lishman, J.R. (1974). Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Movement Studies*, 1, 87-95
- Lee, D.N. (1980) The optic flow field: The foundation of vision. *Philosophical transactions of the Royal Society*, 290-B, 169-179.
- Lundy-Ekman, L. (2002). *Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation*, WB saunders Company ,
- Michaels, C.F., Carello, C. (1981). *Direct perception*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Michaels, C.F., Oudejans, R.R. (1992). The optics and actions of catching fly balls: Zeroing out optical acceleration. *Ecological Psychology*, 4,199-222.
- Michaels, C.F. (2003). Affordances: Four points of debate. *Ecological Psychology*, 15,135-148.
- Michaels, C.F., Beek, P. (1995). The state of ecological Psychology. *Ecological Psychology*,7,259-278.
- Miller, D. B. (1997). The effects of nonobvious forms of experience on the development of instinctive behavior. In C. Dent-Read & P. Zukow-Goldring (Eds.), *Evolving explanations of development: Ecological approaches to organism-environment systems* Washington, DC: American Psychological Association, 457-507.
- Morris, M.E., Summers, J.J., Matyas, T.A., Iansek, T. (1994). Current status of the motor program. *Physical Therapy*,74,738-748.
- Oudejans, R.R., Michaels, C.F., Bakker, F.C., Dolné (1996). The relevance of action in perceiving affordances: perception of catchableness of fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception Performance*, 22(4),879-91.
- Portney, L.G., Watkins, M.P. (2000).The role of theory in clinical research. In. Portney LG, Watkins MP, editores. *Foundations of clinical research: Applications do Practice*. 2ª ed. New Jersey: Prentice-Hall; p. 21-32.
- Reed, E.S. (1988). *James J Gibson and the Psychology of Perception*. New Haven and London: Yale University Press.
- Rochat, P. (1989). Object Manipulation and exploration in 2 to 5 month old infants. *Developmental Psychology*, 25, 871-874.
- Runeson, S., Andersson, L.E. (2007). Achievement of specificational information usage with true and false feedback in learning a visual relative-mass discrimination task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception Performance*, 33(1),163-82.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychology Review*, 82,225-260.
- Schmidt, R.A. (1980). Past and future issues in motor programming. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51,122-140.

- Shannon, C.E. Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Shapiro, D.C., Zernicke, R.F., Gregor, R.J., Diestel, J.D. (1981). Evidence for Generalized Motor Programs using gait pattern analysis. *Journal of Motor Behavior*, 3:33-47.
- Shaw, R., McIntyre, M., Mace, W. (1974). *The Role of Symmetry in Event Perception*. New York: Cornell University Press;
- Shaw, R., Turvey, M.T., Mace, W. (1982). Ecological psychology: The consequence of a commitment to Realism. In: Weimer W, Palermo D, editores. *Cognition and the symbolic processes*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc.159-226.
- Shaw, R. (2002). Theoretical hubris and the willingness to be radical: An open letter to James J. Gibson. *Ecological Psychology*, 4, 235-247.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H. (2001). Motor control: Issues and theories. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH, editores. *Motor control*. 2ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 1-25.
- Sidaway, B., McNitt-Gray, J., Davis, G. (1989). The timing of muscle preactivation in preparation for landing. *Ecological Psychology*, 1,253-264.
- Tani, G. (2005). Programação motora: Organização hierárquica, ordem e desordem. In: Tani G, editor. *Comportamento motor: Aprendizagem e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; p. 82-105.
- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American Psychology*, 50, 79-95.
- Thomas, K. (1996). 75 Easy Physics Demonstrations. Teacher Book. J. Weston Walch, Publisher, 110p
- Todorov, E. (2004). Optimality principles in sensorimotor control. *Nature Neuroscience*, 7 (9), 907-915.
- Turvey, M.T., Shaw, R., Reed, E.S., Mace, W.M. (1981). Ecological laws of perceiving and acting: In reply to Fodor and Pylyshyn. *Cognition*, 9,237-304.
- Turvey MT. (1990). Coordination. *American Psychology*, 45, 938-951
- Turvey, M.T. (1992). Affordances and prospective control: An outline of the ontology. *Ecological Psychology*, 4,173-187.
- Turvey, M.T., Burton, G., Pagano, C.C., Solomon, H.Y., Runeson, S. (1992). Role of the inertia tensor in perceiving object orientation by dynamic touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3,714-27
- Turvey M.T. (2004). Impredicativity, dynamics and the perception-action divide. In: Jersa VK, Kelso, JAS *Applied Complex Systems*, New York Springer, 1-20.
- Turvey, M.T. (2007). Action and perception at the level of synergies. *Human Movement Science* (in press).
- Turvey, M.T., Fonseca, S.T. (in press). Nature of Motor Control: Perspectives and Issues. Progress In: *Motor Control: A Multidisciplinary Perspective*. Springer Verlag, p. 2-32.
- Turvey, M.T., Fitzpatrick, P. (1993). Commentary: development of perception-action systems and general principles of pattern formation. *Child Development*, 64,1175- 1190.
- Wagman, J.B., & Miller, D.B. (2003) Nested Reciprocities: The Organism-Environment System in Perception-Action and Development. *Development Psychobiology* 42, 317-334
- Warren Jr., W.H. (1984) Perceiving affordances: visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(5),683-703.
- Warren Jr., W.H. (1998). Visually controlled locomotion: 40 years later. *Ecological Psychology*, 10,177-219.
- Warren WH. (2006) Dynamics of perception and action. *Psychological Review*; 113,358-389.
- Withagen, R., Michaels, C.F. (2005). On ecological conceptualizations of perceptual systems and action systems. *Theory & Psychology*, 15(5), 603-620.

**Endereço:**

Sérgio Teixeira da Fonseca  
Departamento de Fisioterapia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Avenida Antônio Carlos 6627, Pampulha  
Belo Horizonte, MG CEP 31270-901  
e-mail: [sfonseca@pib.com.br](mailto:sfonseca@pib.com.br)

Submetido: 27 de Agosto de 2007.

Aceito: 10 de Setembro de 2007.