

Gallagher, S. and Lindgren, R. 2021. Metáforas enativas: aprendendo por meio de um engajamento com todo o corpo. In R. I. Bannell, C. De Paoli Leporace and E. J. R. Santos (ed.), (ed.), *Deseducando a educação: Mentis, Materialidades e Metaphoras* (143-162). Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio. PREPRINT -- please cite original publication.

## Metáforas enativas: aprendendo por meio de um engajamento com todo o corpo\*

Shaun Gallagher  
Robb Lindgren

### Metáforas em ação

Algumas metáforas se sentam sobre uma página e esperam que o leitor as encontre. Podemos chamá-las de metáforas sentadas, e um bom exemplo é a própria ideia da metáfora sentada em si (metáforas não *se sentam literalmente* sobre uma página). Podemos encontrar metáforas sentadas, por exemplo, quando estamos literalmente sentados, lendo um livro em uma tela eletrônica. Nós ingerimos a metáfora e, se ela for boa, estiver fazendo o seu trabalho, ela nos fará pensar ou dará suporte ao nosso processo de pensamento, e talvez nos ajudará na compreensão. Pode exercitar a nossa imaginação. Como tais, metáforas sempre foram importantes em experiências de aprendizagem. Uma boa metáfora nos levará a algum lugar, nos dará um *insight*, nos mostrará algo que não conseguimos ver antes, e isso tem uma relevância óbvia para a educação. Metáforas fazem coisas, mas somente quando nos engajamos com elas de alguma maneira. Esse engajamento pode ser implícito e interno, como quando encontramos uma metáfora sentada e a deixamos moldar nosso pensamento. O engajamento com metáforas, no entanto, também pode ser explícito e ativo, estando em vários níveis em uma escala que é definida em um extremo pelo consumo passivo de metáforas sentadas e, no outro extremo, por aquilo que chamamos de metáforas “enativas” (*enactive metaphors*) (Winner et al., 1979).

O termo enativa, aqui, significa não um outro tipo de metáfora em si, mas um tipo diferente de engajamento com a metáfora. Especificamente, podemos dizer que uma metáfora enativa é aquela que colocamos em ação<sup>1</sup> – isto é, que

---

\* Originalmente publicado em: Educ. Psychol Ver (2015) 27: 391-404. Tradução de Camila De Paoli Leporace. Texto traduzido e publicado mediante licença do detentor dos direitos de reprodução, Springer Nature, license number: 4810210057167.

1. N. T.: Aqui, o autor utiliza o verbo “*enact*”, o qual não tem tradução direta para o português. Por conta dos sentidos ligeiramente diferentes atribuídos ao termo em diferentes momentos, a tradução apresenta variações, buscando o sentido original da *enactive cognition*, que, em tradução livre, vem sendo chamada de cognição enativa.

fazemos existir por meio da nossa ação.<sup>2</sup> O fato de que estamos colocando uma metáfora em ação (em vez de, por exemplo, um plano ou um design ou uma solução) significa que a ação envolvida pode ser um tipo de encenação ou fingimento (o tipo de ação que se encontra no teatro ou na brincadeira em que a criança faz de conta). Colocar uma metáfora em ação significa encená-la.<sup>3</sup> Assim como na ação, esse é um processo corporificado (*embodied*).

Neste artigo, além de desenvolver o conceito de metáfora enativa, nós revisamos a evidência empírica que mostra que metáforas enativas são importantes para a aprendizagem. Especificamente, a evidência que mostra que, em alguns casos, o engajamento enativo com uma metáfora, de uma maneira completamente corporificada, beneficia o processo de aprendizagem mais do que encontros passivos com metáforas sentadas (veja o subitem *Metáforas enativas em intervenções para a aprendizagem*). Nosso objetivo primário, então, é mostrar a relevância da noção de metáfora enativa e, de forma mais geral, da abordagem enativista para contextos educacionais. Depois de introduzir a noção de cognição enativa (veja o subitem *Cognição enativa*), discutimos o conceito de metáfora enativa contrastando-o com uma análise de metáfora tal como encontrada na semântica cognitiva (veja o subitem *Pondo metáforas em ação*). Depois, nós mostramos como o conceito de metáfora enativa pode ser usado para entender o contexto de aprendizagem inicial, informal, da brincadeira de faz de conta (*Metáforas e a brincadeira de faz de conta*). Em *Metáforas enativas em intervenções para a aprendizagem*, nós revisamos estudos que mostram como processos enativos e metáforas são relevantes em contextos formais de sala de aula. Nós, então, estendemos essa revisão a estudos empíricos recentes de tecnologias que oferecem suporte ao uso de metáforas enativas na educação em ciência, incluindo um estudo nosso que usou realidades mistas para apoiar o estudo da física e da astronomia (*Pondo metáforas para funcionar em ambientes de aprendizagem apoiados por tecnologias*).

### **Cognição enativa**

O conceito de cognição enativa se tornou importante na ciência cognitiva recente. Podemos rastrear suas origens até o trabalho de Varela, Thompson e Rosch, *The Embodied Mind* (1991), que busca recursos da fenomenologia,

---

2. É possível que algumas metáforas não possam ser postas em ação e permaneçam somente, e convenientemente, proposicionais. Por exemplo, “Me sinto como um milhão de dólares”. Outras podem funcionar somente se forem postas em ação; por exemplo, se eu pego uma banana e finjo que é um telefone. Isto, nós sugerimos, é uma diferença entre aquilo que um conceito pode proporcionar (*afford*) em relação a uma metáfora – uma diferença relacionada a aquilo que podemos fazer, levando-se em conta o corpo humano e o ambiente em particular, em vez de uma diferença no tipo de metáfora. Essa diferença de *affordance* não parece depender do nível de abstração do conceito. Alguns conceitos abstratos, como energia ou massa, podem ser difíceis de se colocar em ação; outros, como a gravidade, podem ser mais fáceis (veja *Metáforas Enativas em Intervenções para a Aprendizagem*).

3. N. T.: No original, os autores escrevem: “*To enact a metaphor means to act it out*”.

especialmente no trabalho de Merleau-Ponty (1962). Poderia facilmente ter se baseado no trabalho de John Dewey e outros pragmatistas. Certamente, muito antes de Varela et al. (1991), Dewey (1896) claramente caracterizou aquilo que veio a se tornar conhecido como enativismo. Nós começamos na percepção, ele sugere,

não com um estímulo sensorial, mas com uma coordenação sensório-motora... é o movimento que é primário, e a sensação secundária, o movimento do corpo, da cabeça e dos músculos do olho determinando a qualidade daquilo que é experienciado (Dewey, 1896: 358).<sup>4</sup>

A ideia do enativismo é que processos corporais *online*, não somente sensório-motores, mas também afetivos (Gallagher e Bower, 2014), moldam a maneira como o sujeito que percebe e pensa vivencia o mundo e reflete sobre ele, e interage com outras pessoas. Varela propôs a metáfora “o caminho se faz ao caminhar” (“*laying down a path in walking*”) para que ela capturasse o sentido da cognição enativa. O caminho (ou a nossa compreensão) não é preestabelecido; nós o construímos na medida em que caminhamos, e, especificamente, por meio de processos corporais, como andar, se mover, fazer gestos, segurar e interagir com outros.

A abordagem enativa para a cognição corporificada pode ser caracterizada e contextualizada pelas seguintes premissas (Di Paolo et al., 2010; Dominey et al., 2015; Thompson e Varela, 2001; Varela et al., 1991).

1. A cognição não é simplesmente um evento do cérebro. Ela emerge de processos distribuídos pelo cérebro-corpo-ambiente.
2. O mundo (significado, intencionalidade) não é dado previamente ou pré-definido, mas estruturado pela cognição e a ação.
3. Processos do sistema cognitivo adquirem significado, em parte, por conta de seu papel no contexto da ação, em vez de somente por meio de um mapeamento baseado em representações ou pela replicação interna de um modelo de mundo.
4. Em contraste com a ciência cognitiva clássica, que procura explicar a cognição focando em mecanismos internos (o assim chamado individualismo metodológico), a abordagem enativista enfatiza a natureza estendida, intersubjetiva e socialmente situada dos sistemas cognitivos.
5. A abordagem enativa tem conexões fortes com a teoria dos sistemas dinâmicos, enfatizando a relevância do acoplamento dinâmico e da coordenação dinâmica entre cérebro-corpo-ambiente.

---

4. “(...) not with a sensory stimulus, but with a sensorimotor coordination (...) it is the movement which is primary, and the sensation which is secondary, the movement of body, head and eye muscles determining the quality of what is experienced” (Dewey, 1896: 358).

6. O enativismo objetiva fundamentar funções cognitivas superiores e mais complexas não somente em uma coordenação sensório-motora, mas em aspectos afetivos e autônomos do corpo todo.
7. Funções de ordem cognitiva mais alta, como o pensamento reflexivo ou a deliberação, são exercícios de experiência habilidosa e geralmente acoplada com ações situadas e corporificadas.

Assim como ocorre com qualquer posição filosófica, não há unanimidade no campo enativista. Há variações de enativismo. Uma variação enfatiza a ideia de que contingências sensório-motoras estruturam nossas percepções do mundo (Noë, 2004). Essa ideia se constrói a partir da noção Gibsoniana de *affordances* (Gibson, 1977). Segundo essa perspectiva, nós percebemos o mundo em termos daquilo que podemos fazer, ou seja, em termos de seu significado pragmático. Eu não percebo algo primeiro como ele é para depois adicionar um significado pragmático a isso. Em vez disso, o significado pragmático é construído pela percepção. Eu percebo a cadeira, por exemplo, como algo que possibilita (*affords*) que me sente nela. Uma cadeira permite (*affords*) que me sente nela não somente por causa de sua forma, mas por conta da minha forma humana – porque minhas juntas se dobram em certos pontos e a determinados ângulos. Se meu corpo fosse diferente – se, por exemplo, eu tivesse a forma e o tamanho de um elefante – a cadeira não permitiria que me sentasse nela. De fato, uma forma ou tamanho diferente, e um conjunto de capacidades sensório-motoras diferentes, poderiam redefinir minhas possibilidades de movimento e ação, e então redefinir como eu vejo o mundo. Enativistas citam evidência empírica para mostrar que, porque alguém pode (ou não pode) se mover de determinada maneira, porque alguém pode fazer (ou não fazer) certas coisas, e porque alguém tem determinadas habilidades definidas por um conjunto de contingências sensório-motoras, a sua percepção do mundo é moldada por um significado pragmático básico (veja, por exemplo, Gallagher, 2005; Jeannerod, 1997; Noë, 2004).

Enativistas sugerem que essa maneira de pensar sobre a cognição envolve repensar o conceito de mente em seu nível mais básico (Varela et al., 1991). A cognição, enquanto corporificada e enativa, não é exclusivamente o resultado de processos neurais na cabeça. É algo realizado em um conjunto dinâmico de interações entre cérebro e corpo, e entre o corpo e o ambiente. A unidade física correta de análise para a compreensão da cognição não está no neurônio, ou na representação neural, ou no cérebro, mas no cérebro-corpo-ambiente e sua interação dinâmica (Gallagher, 2005).

Esses *insights* são construídos sobre os princípios iniciais expressos em Varela et al. (1991) e desenvolvidos por vários outros (por exemplo, Di Paolo, 2009; Gallagher, 2005; Gallagher e Varela, 2003; Noë, 2004; Thompson, 2007). Os enativistas não apenas incrementaram as ideias básicas de contingências

sensorio-motoras e do sistema cognitivo como um sistema dinâmico corporificado como também enfatizaram aspectos afetivos e intersubjetivos. Não é difícil entender que devemos perceber e pensar o mundo de uma maneira diferente se estamos com raiva ou deprimidos ou felizes ou satisfeitos. Mesmo a fome pode moldar, ou talvez distorcer, processos cognitivos. Danziger et al. (2011), por exemplo, mostram que a aplicação racional de razões legais não explica de forma suficiente as decisões dos juízes. Eles mostram que juízes são ≈65% mais brandos nas primeiras horas após o intervalo para uma refeição do que nas horas que precedem esse intervalo. Então, o juiz estar com fome ou saciado pode ser um fator importante para a tolerância ou a rigidez de seus julgamentos.

Da mesma forma, relações intersubjetivas e sociais podem gerar diferentes formas de entendimento do mundo. Nossas interações com outros, desde a infância, moldam as nossas percepções e ações. A atenção e a ação conjuntas podem ter resultados cognitivos que estendem bastante os limites daquilo que um indivíduo particular pode realizar. A ideia de que duas (ou mais) cabeças (ou corpos) são melhores do que um(a) pode ser comprovada empiricamente por meio de experimentos que testam a memória e a habilidade de resolver problemas (por exemplo, Sutton, 2006; Sutton e Williamson, 2014). Além disso, pode-se perceber que a dinâmica da conversa facilita a cognição de uma maneira que aprimora a compreensão (Kendon, 1990). De Jaegher e Di Paolo (2007) se referem a esse tipo de aprimoramento intersubjetivo como “*sense-making participativo*” (“*participatory sense-making*”), e sugerem que a nossa vida cognitiva é moldada pela nossa interação com outras pessoas, em jogos, conversas, no trabalho, em relações amorosas e de amizade, assim como em situações competitivas e negativas. Nossos engajamentos enativos com os outros criam novas possibilidades ou reforçam antigas restrições; iniciam ou transformam práticas sociais e culturais, e definem aspectos da vida em instituições sociais e culturais que transcendem a pura sobrevivência física (Gallagher, 2013a).

Fazendo referência a essa contextualização das abordagens enativistas para a cognição, na próxima seção nós recorreremos à noção de metáfora encontrada na semântica cognitiva para explicar o conceito de metáfora enativa. E, nas seções que se seguem, mostraremos a relevância desse conceito para contextos de aprendizagem.

### **Pondo metáforas em ação**

O conhecido trabalho de Lakoff e Johnson (1980, 1999) demonstra o papel da corporificação na formação de metáforas que levam ao desenvolvimento de conceitos abstratos. Eles argumentam que os movimentos básicos do corpo (mover-se para frente, mover-se para trás), situações espaciais (estar

dentro, estar fora), anatomia, função vestibular e postura (ter uma mão esquerda e uma mão direita, manter o equilíbrio, a postura ereta) e daí em diante contribuem para as metáforas básicas que escalam até a cognição de ordem superior. “Esquemas-imagem” (*image-schemas*) são estruturas recorrentes em nossa experiência corporal de todo dia. Exemplos incluem contenção, trajetórias, forças, equilíbrio e as relações de em cima-embaixo, em frente-atrás, parte-todo. Nós experienciamos nosso corpo como um recipiente quando nos alimentamos; experimentamos trajetórias quando caminhamos; forças quando somos empurrados; equilíbrio quando ficamos em pé e daí em diante. Esses esquemas-imagem carregam e transformam experiências corporais básicas em conceitos metafóricos. O esquema-imagem de “contenção”, por exemplo, “um esquema que consiste em uma fronteira que distingue um interior de um exterior” (Lakoff, 1987: 271)<sup>5</sup> e envolve movimentos de entrar e sair nos permite conceituar uma variedade de conceitos abstratos.

Você *sai* de um sono profundo e espia, de dentro das cobertas, para *fora*, em seu quarto. Você gradualmente *sai* de sua letargia, *sai* das cobertas, pula *dentro* de seu roupão, estica o corpo, e caminha atordoado para *fora* de seu quarto e para *dentro* do banheiro. Você olha no espelho e vê sua face olhando para você (Johnson, 1987: 30-31).<sup>6</sup>

Em termos de grupos sociais, você ou está *dentro* (parte da turma ou do grupo)<sup>7</sup> ou está simplesmente “*fora*”. O equilíbrio é metaforicamente transformado em um entendimento de justiça. Quando projetamos uma experiência corporificada de nos mover por um caminho em direção a um conceito abstrato como “vida”, a vida é entendida como um movimento ao longo de uma trajetória, uma jornada, envolvendo desvios, caminhos árduos. Para Lakoff e Johnson, pensar e falar são metafóricos na medida em que a informação de um domínio (a fonte do domínio; por exemplo, a jornada) é mapeada em outro domínio (o domínio-alvo; por exemplo, a vida) de modo que entendemos o domínio-alvo em termos da fonte. Uma estrutura metafórica leva à outra. *Tempo é dinheiro*, então o tempo pode ser gasto ou desperdiçado. Ou, segundo a teoria da mesclagem semântica (*semantic blending*) de Falconnier e Turner (2002), um espaço metafórico/conceitual pode “mesclar-se” com outro para formar um novo espaço (veja também Lakoff e Turner, 1989). A respeito disso, a cognição de ordem superior é composta de estruturas que combinam e

5. “[a] schema consisting of a boundary distinguishing an interior from an exterior” (Lakoff, 1987: 271).

6. “You wake out of a deep sleep and peer out from beneath the covers into your room. You gradually emerge out of your stupor, pull yourself out from under the covers, climb into your robe, stretch out your limbs, and walk in a daze out of your bedroom and into the bathroom. You look in the mirror and see your face staring out at you” (Johnson, 1987: 30-31).

7. N. T.: No original: “part of in-crowd or in-group”.

mesclam categorias baseadas em metáforas que podem, em última análise, ser rastreadas até experiências e práticas corporificadas.

A semântica cognitiva de esquemas-imagem, metáforas e da mesclagem nos fornece um caminho para conceituar como a percepção corporificada e a ação podem crescer até os aspectos mais sofisticados e intelectualizados da cognição. Seria possível argumentar que os processos envolvidos nesse crescimento são processos enativos que dependem de todos os aspectos corporificados, afetivos e intersubjetivos discutidos na seção anterior. Alguns proponentes da abordagem da semântica cognitiva para a metáfora minimizam as diferenças entre o uso de metáforas em práticas linguísticas em contraste com práticas mais orientadas à ação (como a brincadeira de faz de conta – veja a próxima seção). Não há “diferença formal entre a metáfora tal como revelada pelas expressões linguísticas e a metáfora revelada por outras formas de ação humana, incluindo a produção e o uso de cultura material” (Ortman, 2000: 616).<sup>8</sup> Como Malafouris (2013) assinala, no entanto, essa alegação falha em reconhecer as importantes diferenças de *affordance* de fato envolvidas no uso de artefatos (mediação material) em comparação com a mediação linguística. Sua “teoria do engajamento material” (“*material engagement theory*”) enfatiza as *affordances* que se baseiam nas diferentes propriedades das coisas em contraposição a palavras, textos e proposições. Adequadamente, ele sugere que “metáforas materialmente postas em ação” (por exemplo, pegar uma banana e fingir utilizá-la como um telefone) são diferentes de metáforas baseadas em proposições (por exemplo, produzir uma frase como “tempo é dinheiro” ou “Eu me sinto como um milhão de dólares”).

Em busca dessa perspectiva crítica, nosso objetivo com este artigo é mostrar a relevância, para a aprendizagem, de metáforas enativas baseadas na ação e focar em como podemos pôr metáforas para funcionar em situações reais de aprendizagem. Nós queremos mostrar como podemos pôr em ação metáforas em situações concretas de aprendizagem, nas quais pôr metáforas em ação significa que podemos considerá-las de uma maneira completamente corporificada em contextos específicos. Para isso, nós nos apoiamos tanto no enativismo como na semântica cognitiva para analisar como essas abordagens se aplicam a contextos educacionais.

### **Metáforas e a brincadeira de faz de conta**

Um lugar óbvio para procurar por processos que envolvem colocar metáforas em ação é a brincadeira de faz de conta – um dos contextos informais de aprendizagem que surgem mais cedo. Essa brincadeira tradicionalmente tem

---

8. “[n]o formal difference between metaphor as revealed by linguistic expressions and metaphor as revealed by other forms of human action, including the production and use of material culture” (Ortman, 2000: 616).

sido definida como um “jogo simbólico” envolvendo capacidades linguísticas (Huttenlocher e Higgins, 1978) e capacidades representacionais internas e intelectuais metarrepresentacionais (Leslie, 1987). É possível, no entanto, assumir uma abordagem menos intelectualista ou cognitivista, e mais enativista, para o faz de conta. Gregory Currie (2004), por exemplo, busca esse entendimento da brincadeira ao focar na habilidade perceptiva de *ver-dentro* (*see-in*), por exemplo, a habilidade de ver semelhanças ou *affordances* nos objetos (por exemplo, Currie, 2004: 220). Ele permanece próximo à linha cognitivista tradicional, no entanto, uma vez que não assume o *vendo-dentro* (*seeing-in*) como suficiente para o faz de conta, e então demanda posterior processamento *offline*, representacional.

Seguindo uma perspectiva mais enativa, Rucinska (2014) sugere que a habilidade de *ver-dentro*, combinada com ações corporificadas, é suficiente para constituir alguns tipos básicos de jogos de faz de conta. Habilidades sensório-motoras assumem o papel de quaisquer capacidades imaginativas *offline* ou representacionistas e fornecem suporte para capacidades *online*, orientadas à ação, baseadas na percepção direta, nas quais ver as *affordances* motiva a ação.

Por exemplo, bebês de 18 meses, com capacidades linguísticas e conceituais presumivelmente limitadas em relação à cognição de adultos, são capazes de um faz de conta básico com a substituição de objetos, como no caso de fingir que uma banana é um telefone (por exemplo, Sainsbury, 2009). Parece improvável, no entanto, que o bebê esteja se engajando em uma manipulação de proposições, símbolos ou representações *offline* de modo a afetar a simulação. Nesse caso de brincadeira de faz de conta, o bebê literalmente manipula a banana – a segura e a coloca na orelha. Ao fazer isso, especificamente *no fazer em si*, ele trata a banana metaforicamente. A metáfora em questão, no entanto, não está sentada em algum lugar da cabeça; está na mão da criança e no movimento que ela faz com a banana. Ela constitui a metáfora por meio de sua ação. Ela, com efeito, põe em ação a metáfora que se constrói a partir da *affordance* apresentada pelo formato da banana e de suas experiências anteriores com telefones.

Central a esse tipo de processo de simular é a habilidade de reconhecer *affordances* em objetos. Isso não é algo passivo (como Currie poderia defender); no lugar disso, para o enativista, reconhecer *affordances* é um evento ativo. Ou seja, esse reconhecimento é uma tomada pragmática das possibilidades de ação – uma preparação para (ou até parte de) tomá-las com as mãos (ver Gallagher, 2013b). Para ser claro e enfatizar o escopo completo da perspectiva enativista, não se trata apenas de uma questão de contingências sensório-motoras. Como Rucinska (2014) indica, outros elementos entram na simulação: imitar, responder a emoções, gesticular, sorrir, gargalhar, sensibilidade ao contexto, habilidades linguísticas. A brincadeira é situada, e todos esses fatores



revelam dimensões *afetivas e intersubjetivas* que são prováveis de ocorrer na situação da brincadeira.

O fingimento, adequadamente, envolve uma transformação metafórica – envolve *agir como se (acting-as-if)* ou *ver algo como* outra coisa. Mais precisamente, na ação, a banana (alvo) é um telefone (fonte). Na perspectiva excessivamente cognitivista, a transformação imaginativa é simplesmente “substituir um conteúdo de pensamento por outro”, porém, “acessando e controlando inputs (crenças e desejos) para as ações de projeção imaginativa que sustentam a simulação” (Currie e Ravenscroft, 2002: 140). Essa interpretação baseia-se fortemente em estados semelhantes a crenças e em processos de pensamento a sustentar tais habilidades. Currie, então, intelectualiza demais o processo. “Na simulação, se age a partir de uma suposição, por exemplo, de que a caixa em que estou sentando é um carro; na suposição, pode-se considerar uma ideia, extrair consequências a partir dela, considerar evidências para isso, e compará-la com outras ideias” (Currie, 2003: 233).<sup>9</sup> Não é claro, no entanto, que a criança esteja fazendo nada disso enquanto ativamente segura a banana como um fone ou dirige a caixa como se fosse um carro.

Na perspectiva enativista, a brincadeira de faz de conta pode ser caracterizada sem se apelar para imaginações de ordem cognitiva superior ou recreativas. *Ver-cómo (seeing-as)* não exige pensar o objeto de maneira representativa, mas o exercício de uma habilidade motora mais básica, a qual pode ser motivada por um processo intersubjetivo de imitação. A cuidadora, por exemplo, pega a banana e fala com ela, dando risadas enquanto isso, e capturando a atenção da criança com sua expressão facial. Isto é parte de uma interação corporificada que o bebê capta imediatamente. O bebê vê a banana como um telefone, não por meio de um conjunto de representações mentais, mas nas ações da cuidadora, ao captá-las e ao imitá-las – um exemplo claro de *sense-making* participativo. O bebê tira proveito das *affordances* sociais oferecidas em tal situação. A *affordance* é resumida não somente em termos de um objeto substituindo outro, mas na relação dinâmica de atenção conjunta e de ação conjunta com a cuidadora.

O processo de simular, então, envolve assumir uma *affordance* perceptiva (ou social) em uma direção metafórica. *Ver affordances em* objetos envolve ver além da mera fisicalidade ou presença física do objeto – envolve perceber possibilidades de ação ou interação, e isso inclui perceber objetos *como se* eles estivessem envolvidos em tais ações. Em vez de ver um telefone na banana, se vê na banana a *affordance* de um tipo particular de ação. Precisamente na medida em que a percepção é enativa, uma dimensão metafórica está sempre

---

9. “In pretence one acts under a supposition, for example, that the box I am sitting in is a car; in suppositional mode one can also consider an idea, draw consequences from it, consider the evidence for it, and compare it with other ideas” (Currie, 2003: 233).

disponível na percepção. A esse respeito, a simulação não precisa ser um “processo mental ‘superior’” (Currie, 2004: 219). Ela permanece, em vez disso, em um nível de percepção-ação em que o que é visto não é tanto o objeto (banana/telefone), mas a possível ação (ligar e falar).

Isso pode acontecer, como Robert Mitchell (2002: 8) afirma, “dentro de qualquer meio – incluindo ações corporais, gestos e sons... – e tem consequência considerável, uma vez que permite que organismos *experienciem* algo *como* algo mais – uma boneca como um bebê, um pedaço de madeira como um cavalo... – o que é essencial para a simulação”.<sup>10</sup> O significado metafórico pode se estender para todo o ambiente da brincadeira. A respeito disso, Vygotsky (1978) está certo ao sugerir que o que é essencial para a simulação é o significado. De acordo com a abordagem enativista, significado – *ou sense-making* – já ocorre na percepção e na ação. A percepção já é “carregada de significado”, no sentido de que “levanta expectativas para além daquilo que contém...” (Merleau-Ponty, 1962: 4)<sup>11</sup> – a percepção é carregada de possibilidades, que, por sua vez, antecipam minhas possíveis ações relativas às minhas habilidades corporais e capacidades.

Nem todas as formas de simulação, é claro, são simples substituições de objetos. Há, também, substituições de sujeitos ou a interpretação de papéis, nas quais finjo ser outra pessoa ou outra coisa. Nesse sentido, assim como na atuação teatral, eu diretamente ponho em ação a transformação metafórica de mim mesmo em minhas ações. Eu sou (metaforicamente, não literalmente) aquela outra pessoa ou aquele objeto. Novamente, isso não é necessariamente algo que exige cognição de ordem superior (apesar de, claro, não excluir contribuições daquele domínio, especialmente em interpretações de papéis relativamente sofisticadas); pode ser uma transformação completamente corporificada. *Affordances* a partir das quais posso agir ou metaforicamente transformar por meio de minhas ações, no entanto, abrem novos *insights* que levam ao desenvolvimento de novas perspectivas e possibilidades. Como tais, esses processos constituem uma forma de aprendizagem.

### **Metáforas enativas em intervenções para a aprendizagem**

Metáforas têm uma longa tradição em intervenções projetadas para examinar e impulsionar a aprendizagem em áreas como a ciência (por exemplo, Christidou et al., 1997; Duit, 1991; Gentner e Wolff, 2000). Metáforas eficazes permitem que aprendizes transfiram o entendimento de um domínio familiar para um novo, não familiar. Por exemplo, discutir a atmosfera como uma

10. “[w]ithin any medium – including bodily actions, gestures and sounds... – and has considerable consequence, in that it allows organisms to experience something as something else – a doll as a baby, a stick as a horse, (...) – which is essential for pretence”.

11. “Perception is already ‘charged with meaning’ to the extent that it ‘arouses the expectation of more than it contains (...)’” (Merleau-Ponty, 1962: 4).

“manta” branca de gases em torno do planeta abre potenciais *insights* referentes às suas características protetoras ou de controle de temperatura (Cameron, 2002). Metáforas educacionais, no entanto, são tipicamente descorporificadas, modelos estáticos de processos que exigem que o aprendiz “reflita”<sup>12</sup> sobre os mapeamentos que ligam a fonte ao domínio que é o alvo. São metáforas sentadas e, embora sejam capazes de tornar explícitas as similaridades semânticas entre domínios, não é sempre claro que esses tipos de metáforas aproximem os aprendizes de um estado de conhecimento que os permitiria desempenhar ações em um domínio particular com uma consciência ou um instinto sobre como essas ações afetariam o sistema, ou perceber as consequências de tais ações antes que elas aconteçam. Metáforas enativas em contextos educacionais, por outro lado, apresentam primeiro uma atividade aos aprendizes – mover-se de uma maneira prescrita ou encenar um processo especificado. Metáforas enativas têm o potencial de dialogicamente desenvolver um sentido estável de relacionamentos, instigando quem as utiliza a interpretar com seus corpos aquilo que entendem e a adaptar esses entendimentos por meio de canais de feedback especiais. Em um exemplo desenvolvido abaixo, estudantes podem metaforicamente identificar-se com um asteroide e interpretar seus movimentos em um sistema planetário, de modo a aprender sobre os princípios da gravidade por meio de seu próprio feedback cinestésico.

Há evidência empírica advinda da psicologia cognitiva de que movimentos e gestos que ocorrem naturalmente acompanham níveis altos de entendimento. Gesticular, por exemplo, absorve parte da carga cognitiva e contribui ou supre processos de cognição matemática. Estudos de Goldin-Meadow e outros mostram que crianças têm melhor desempenho (mais rápido e mais preciso) em problemas matemáticos quando lhes é permitido gesticular, do que quando lhes é pedido que se sentem sobre as próprias mãos (Alibali e Dirusso, 1999; Goldin-Meadow et al., 1999, 2001). A observação de Alibali e Nathan (2012) de gestos de professores e estudantes em uma aula de matemática mostrou que gestos enativos frequentemente aparecem durante o discurso instrucional eficaz, como a utilização dos braços de alguém para demonstrar a inclinação de uma linha. O gesto, como parte da linguagem, não apenas apoia os nossos processos de pensamento, mas adiciona informação significativa tanto para o sujeito que gesticula (de fato dando suporte ao seu processo de pensamento) quanto para o parceiro de comunicação (Cole et al., 2002; McNeill, 1992). Gesticular, usando recursos espaciais e visuais, oferece informação extra não encontrada no formato verbal-representacional do discurso, sozinho, como fica evidente, por exemplo, em tarefas de resolução de problemas que envolvem rotação mental (Chu e Kita, 2008). Da mesma forma, o uso de gestos para pôr

---

12. N. T.: Grifo do autor; no original: “*think through*”.

em ação a rotação de modelos físicos de moléculas está relacionado à maior precisão numa tarefa de transladar o diagrama (Stull et al., 2012).

Em estudos recentes, pesquisadores em educação têm lançado sementes de intervenções em aprendizagem com atividades enativas como um meio potencial para instigar uma nova forma de aprendizado. Em um estudo seminal de compreensão de leitura de textos (Glenberg et al., 2004), Glenberg (2008) mostra como esses efeitos da compreensão da leitura podem ser estendidos a áreas como matemática e ciência, quando os estudantes põem em ação (*enact*) um experimento sobre o qual leram para aprender sobre o controle de variáveis na experimentação científica. Estratégias similares podem ser aplicadas à aprendizagem de matemática: Martin e Schwartz (2005), por exemplo, mostram um melhor desempenho em problemas com frações com o uso de manipulações físicas quando o problema foi apresentado a partir de um enquadramento narrativo (“Imagine que você tivesse que dividir estas peças igualmente entre cinco pessoas”).

Uma variedade de estudos mostrou que metáforas enativas podem ser particularmente eficazes para jovens aprendizes em salas de aula e em ambientes educacionais similares. Shoval (2011) mostrou que estudantes engajados em “movimentos *mindful*” – posicionando seus corpos de maneiras específicas –, ao raciocinarem de maneira coletiva sobre ângulos, mostraram melhor desempenho de aprendizagem do que estudantes aos quais foram ensinados conceitos sobre ângulos por meio de instrução tradicional. Plummer (2009) também notou ganhos de aprendizagem em estudantes do ensino fundamental que encenaram trajetórias celestes com seus corpos ou objetos representando estrelas e planetas. Porque metáforas enativas frequentemente se apoiam na familiaridade que se tem com o corpo e com a maneira como ele se move, elas podem ser aproveitadas para se criar situações de aprendizagem baseadas em “conflito cinestésico”, como colocar crianças para pular em zigue-zague com a intenção de revelar ao estudante e confrontá-lo com ideias sobre conservação de comprimento (Druyan, 1997).

### **Pondo metáforas para funcionar em ambientes de aprendizagem apoiados por tecnologias**

Novas tecnologias têm o potencial de abrir novas fronteiras de metáforas enativas integrando as percepções e os movimentos dos aprendizes a imagens vívidas e imersivas. Os ambientes digitais atuais podem ser sedutores, habilitando e encorajando a ação naquilo que Kirsh (2013) se refere como “cenários enativos”. Essas tecnologias expressivas e exploratórias estão alinhadas com um pensamento educacional que desencoraja a abordagem dos “formalismos primeiro” em favor de anteceder a instrução formal com questionamentos e atividade autêntica (Nathan, 2012). Lindgren et al. (2015) argumentam que novas

tecnologias permitem um paradigma de “sugestão corporal” (“*body cueing*”), que se empenha em criar uma fundamentação corporificada para novos aprendizes, estimulando-os a se mover e se engajar de maneiras novas e como especialistas. Por exemplo, uma simulação por computador com capacidade de detecção de movimentos pode levar um estudante a mover a mão ou o corpo com o ritmo de uma onda. Ou um aplicativo de realidade aumentada pode guiar um novato em arqueologia a explorar e navegar por determinado local de escavação da maneira como um pesquisador experiente o faria. Enquanto, anteriormente, adquirir um comportamento de especialista exigia ter um especialista à disposição para mostrar ou destacar maneiras ideais de se movimentar e de focar a atenção, novas tecnologias são capazes de oferecer pistas para a percepção, que, por sua vez, podem levar a ações características de um especialista.

Diferentes tecnologias oferecem uma gama de oportunidades para dar suporte a metáforas enativas, e algumas dessas tecnologias estão disponíveis há algum tempo. Sensores motores e outros dispositivos de medição simples têm sido usados em salas de aula há muito tempo para tornar a atividade do estudante explícita e disponível para reflexão (por exemplo, Solomon et al., 1991). Tecnologias mais novas, como aquelas que são sensíveis ao tato (Han e Black, 2011), tornam metáforas tangíveis e presentes; ao braço agindo como uma alavanca pode-se aplicar a força apropriada, e o corpo agindo como um objeto em um campo magnético ou gravitacional pode ser puxado de acordo com a distância simulada. Um grupo de tecnologias que parece oferecer *affordances* particulares para engajar aprendizes em metáforas enativas são os ambientes de “realidade mista”, que misturam mundos físicos e virtuais (Milgram e Kishino, 1994). Nesses ambientes, a atividade física autêntica e expressiva pode ser aumentada com monitores (*displays*) digitais que reforçam a metáfora (por exemplo, imagens do espaço, imagens de dentro do corpo humano etc.) e ferramentas para o feedback de desempenho e a reflexão. Em essência, essas tecnologias de realidade mista permitem que estudantes se tornem parte do sistema que eles estão tentando compreender, oferecendo-lhes uma perspectiva “interna” dos mecanismos críticos e das relações que definem o domínio (Lindgren e Johnson-Glenberg, 2013).

Têm sido realizados vários estudos para examinar os efeitos, para a aprendizagem, das metáforas enativas combinados com a realidade mista e as tecnologias de realidade aumentada. Esses estudos mostraram ganhos de aprendizagem em estudantes da educação básica que participaram de uma simulação de força e fricção (Enyedy et al., 2012), em estudantes do ensino médio que participaram de jogos colaborativos de realidade mista abordando conceitos da química e da transmissão de doenças (Johnson-Glenberg et al., 2014), e em estudantes do ensino fundamental que corporificaram proporções

como uma maneira de controlar telas de exibição (Abrahamson et al., 2011). Outro projeto com novos aprendizes os envolveu em uma simulação que permite a crianças manipular respostas sonoras com seus corpos (Antle et al., 2008). Uma versão da simulação explicitamente empregou a metáfora “música é movimento corporal” e mapeou movimentos relacionados a conceitos sonoros como movimentos acelerados produzindo ritmos mais altos. Comparada a uma versão da simulação que trabalhava com mapeamentos não metafóricos (por exemplo, movimento rápido produz sons graves), os participantes da experiência com metáfora demonstraram maior precisão física e explicações verbais aprimoradas no pós-teste.

Para oferecer uma abordagem mais detalhada do uso de uma metáfora enativa ativada por tecnologia, nos voltamos ao nosso trabalho com realidade mista. Para examinar como metáforas interativas podem moldar a aprendizagem e o engajamento, criamos um ambiente de realidade mista no qual estudantes do ensino fundamental poderiam encenar suas previsões acerca de como objetos se movem no espaço. O projeto, chamado *MEteor* (*Metaphor-Based Learning of Physics Concepts Through Whole-Body Interaction in a Mixed Reality Science Center Program*), usa imagens projetadas na parede e no chão para criar simulações realistas e imersivas da astronomia planetária (planetas com propriedades gravitacionais que suportam satélites que os orbitam etc.). Crianças interagem com o *MEteor* usando seus corpos para lançar um asteroide a uma certa velocidade e então prever para onde ele irá se mover com base na presença de planetas com forças associadas. Isso envolve uma metáfora enativa em que a criança se identifica com o asteroide – “Eu sou o asteroide” – e então põe em ação o comportamento do asteroide. Ao usarem o *MEteor*, as crianças são guiadas por uma série de níveis em que encontram uma progressão de ideias críticas e princípios da física sobre como objetos se movem no espaço, como, por exemplo, a aceleração gravitacional e as Leis de Kepler para o movimento planetário. O feedback acerca da precisão das previsões das crianças é entregue dentro do quadro da metáfora, em simulações em tempo real que solicitam que a criança incline sua trajetória de maneira mais brusca em torno de um planeta para, de forma precisa, retratar os efeitos das forças gravitacionais. As crianças são capazes de construir seu entendimento em torno dos movimentos de seus próprios corpos, com suportes representacionais (gráficos e outras visualizações) construídos no ambiente de uma maneira que dá apoio à construção desse novo conhecimento. As metáforas em jogo no *MEteor* não descansam em uma página ou na mente de um estudante; elas se movem ativamente por uma grande sala, e os estudantes dão vida a elas quando correm e pulam, demonstrando que dominam o jogo de simulação (Figura 1).

Nós demonstramos a eficácia do *MEteor* e a metáfora enativa associada para a aprendizagem em estudos que comparam uma condição enativa “forte”

com uma condição enativa “fraca” (Lindgren e Moshell, 2011; Lingren et al., 2015). Na condição enativa fraca, participantes usam uma versão para computador (*desktop*) do *MEteor* na qual o asteroide é controlado não pelo corpo todo do estudante, mas pelos movimentos minimalistas do mouse. Na condição enativa fraca, as previsões do participante são feitas por meio dos micromovimentos de suas mãos, e a perspectiva de aprendizagem, nesse caso, permanece distintamente fora do sistema que está sendo estudado, como é o caso da maioria dos ambientes de aprendizagem formais, que dependem de metáforas sentadas e outras abordagens pedagógicas que focam na estimulação da atividade mental. As versões da simulação que foram comparadas, a versão forte (que envolve o corpo todo) e a fraca (por computador *desktop*), eram controladas de maneira firme, de modo que todos os procedimentos de estudo fossem idênticos, exceto pelo fato de que, na condição forte, participantes colocaram seu entendimento em ação com seus corpos em um espaço interativo completamente imersivo, do tamanho de uma sala, que lhes permitiu ficar “dentro” do sistema sobre o qual estavam tentando aprender.

**Figura 1.** Um participante encenando a trajetória de um asteroide no *MEteor*



Lindgren e Moshell (2011) descobriram que os participantes (62 estudantes do ensino fundamental II divididos pelas duas condições) do grupo enativo forte construíram “diagramas de aprendizagem” depois de usar a simulação, que incluíram representações mais dinâmicas (por exemplo, setas); eles se mostraram menos dependentes das características da superfície da simulação (por exemplo, estrelas no cenário de fundo e a textura dos planetas) em comparação com os participantes da condição enativa fraca. As descobertas sugerem que participar de metáforas enativas leva a uma compreensão mais abrangente e flexível do domínio.

Em Lindgren et al. (2015), dos 113 participantes do ensino fundamental II, 58 usaram a versão enativa forte da simulação, e 55 usaram a versão fraca.

Resultados mostraram que estudantes na condição forte pontuaram mais alto nas avaliações padronizadas de conhecimentos em física. Essas avaliações incluíram não somente questões sobre como objetos se movem no espaço, mas também questões que endereçaram o entendimento da física de maneira mais ampla (por exemplo, os efeitos da gravidade em objetos lançados no ar da superfície da Terra). As pontuações mais altas nessas questões mais gerais sugerem que metáforas enativas podem ter impactos profundos e transversais no raciocínio dos estudantes, que se transferem para além do contexto específico da simulação interativa. Houve também importantes efeitos sobre a disposição para a aprendizagem, como mudanças em relatórios aplicados antes e depois a respeito da eficácia da ciência na condição enativa forte, como indicado pelo nível de concordância com frases como “Eu gosto de falar com outras pessoas sobre ciência” entre os participantes. Essa descoberta sugere que metáforas enativas habilitadas por tecnologias podem dar aos estudantes mais sensações de controle e confiança em seu próprio aprendizado.

### **Conclusão**

A partir tanto da semântica cognitiva quanto das abordagens enativistas para a educação, nós definimos o conceito de metáfora enativa e mostramos as implicações que metáforas enativas têm para a aprendizagem. Esse conceito se apoia sobre a ideia de que a ação e processos *online* orientados à ação moldam a maneira como o sujeito, que percebe, pensa e aprende, vivencia e compreende o mundo. Nós argumentamos, buscando evidências empíricas, que o engajamento do corpo todo, concebido a partir de metáforas enativas, pode beneficiar os resultados de aprendizagem em ciência, matemática e outras disciplinas. Combinados com ambientes de realidade virtual e mista, o uso de metáforas enativas claramente apoia a aprendizagem.

Os estudos empíricos revisados acima, incluindo os exemplos de fingimento e faz de conta, começando aos 18 meses de idade e seguindo por toda a primeira infância, demonstram a importância das metáforas enativas para a educação de crianças pequenas. Isso não só é consistente com as tradicionais alegações de que a participação ativa é melhor do que a observação passiva para a aprendizagem, como vai além delas. Mostra que, ao menos sob determinadas circunstâncias, quando ambientes de aprendizagem são projetados para a participação enativa forte (com o corpo todo), há um benefício para a aprendizagem. A esse respeito, ambientes de aprendizagem projetados para a participação forte (em comparação com a observação passiva ou até a participação enativa fraca) reforçam aquilo que a teoria enativa alega ser a nossa postura natural corporificada em relação ao mundo – uma postura na qual a percepção é *para-a-ação* (*for-action*) e na qual agentes pragmaticamente exploram *affordances* mundanas. Como aprendizes, nós estamos mais “no-mundo” do que



“no-livro” ou “na-cabeça”; nós ganhamos mais com o engajamento ativo e a interação do que com a observação passiva.

### Agradecimentos

A pesquisa para este projeto foi financiada pelo National Science Foundation Informal Science Education grant (DRL-1114621), intitulado “Metaphor-Based Learning of Physics Concepts Through Whole-Body Interaction in a Mixed Reality Science Center Program.”

### Referências

- ABRAHAMSON, D.; TRNINIC, D.; GUTIÉRREZ, J. F.; HUTH, J. e LEE, R. G. Hooks and shifts: a dialectical study of mediated discovery. *Technology, Knowledge and Learning*, v. 16, nº 1, p. 55-85, 2011.
- ALIBALI, M. W. e DIRUSSO, A. A. The function of gesture in learning to count: more than keeping track. *Cognitive Development*, v. 14, nº 1, p. 37-56, 1999.
- ALIBALI, M. W. e NATHAN, M. J. Embodiment in mathematics teaching and learning: evidence from learners’ and teachers’ gestures. *The Journal of the Learning Sciences*, v. 21, nº 2, p. 247-286, 2012.
- ANTLE, A.N.; DROUMEVA, M. e CORNESS, G. Playing with The Sound Maker: do embodied metaphors help children learn? *Proceedings of the Conference on Interaction Design for Children IDC ’08*. ACM, New York, NY, p. 178-185, 2008.
- CAMERON, L. Metaphors in the learning of science: a discourse focus. *British Educational Research Journal*, v. 28, nº 5, p. 673-688, 2002.
- CHRISTIDOU, V.; KOULADIS, V. e CHRISTIDIS, T. Children’s use of metaphors in relation to their mental models: the case of the ozone layer and its depletion. *Research in Science Education*, v. 27, nº 4, p. 541-552, 1997.
- CHU, M. e KITA, S. Spontaneous gestures during mental rotation tasks: insights into the microdevelopment of the motor strategy. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 137, nº 4, p. 706-723, 2008.
- COLE, J.; GALLAGHER, S. e MCNEILL, D. Gesture following deafferentation: a phenomenologically informed experimental study. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, v. 1, nº 1, p. 49-67, 2002.
- CURRIE, G. *Arts and minds*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- CURRIE, G. e RAVENSCROFT, I. *Recreative minds: imagination in philosophy and psychology*. New York: Oxford University Press, 2002.
- DANZIGER, S.; LEVAV, J. e AVNAIM-PESSO, L. Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, nº 17, p. 6.889-6.892, 2011.
- DE JAEGHER, H. e DI PAOLO, E. Participatory sense-making: an enactive approach to social cognition. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, v. 6, nº 4, p. 485-507, 2007.
- DEWEY, J. The reflex arc concept in psychology. *Psychological Review*, v. 3, nº 4, p. 357-370, 1896.
- DI PAOLO, E. A. The social and enactive mind. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, v. 8, nº 4, p. 409-415, 2009. doi:10.1007/s11097-009-9143-5.
- DI PAOLO, E. A.; ROHDE, M. e DE JAEGHER, H. Horizons for the enactive mind: values, social interaction, and play. In: STEWART, J. R.; O. GAPENNE, E. e DI PAOLO, A. (Eds.). *Enaction: toward a new paradigm for cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010. p. 33-87.

- DOMINEY, P. F.; PRESCOTT, T.; BOHG, J.; ENGEL, A.K.; GALLAGHER, S.; HEED, T.; HOFFMANN, M.; KNOBLICH, G.; PRINZ, W. e SCHWARTZ, A. Implications of action-oriented paradigm shifts in cognitive science. In: *Where's the action? The pragmatic turn in cognitive science*. Cambridge: MIT Press, 2015.
- DRUYAN, S. Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n° 10, p. 1.083-1.099, 1997.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, v. 75, n° 6, p. 649-672, 1991.
- ENYEDY, N.; DANISH, J. A.; DELACRUZ, G. e KUMAR, M. Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, v. 7, n° 3, p. 347-378, 2012.
- FAUCONNIER, G. e TURNER, M. *The way we think: conceptual blending and the mind's hidden complexities*. New York: Basic Books, 2002.
- GALLAGHER, S. The socially extended mind. *Cognitive Systems Research*, v. 4, n° 12, p. 25-26, 2013a.
- \_\_\_\_\_. Enactive hands. In: RADMAN, Z. (Ed.). *The hand: an organ of the mind*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2013b. p. 209-225
- \_\_\_\_\_. *How the body shapes the mind*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- GALLAGHER, S. e BOWER, M. Making enactivism even more embodied. *AVANT / Trends in Interdisciplinary Studies* (Poland), v. 5, n° 2, p. 232-247, 2014.
- GALLAGHER, S. e VARELA, F. D. Redrawing the map and resetting the time: phenomenology and the cognitive sciences. *Canadian Journal of Philosophy*, v. 29, p. 93-132, 2003. (Supplementary).
- GENTNER, D. e WOLFF, P. Metaphor and knowledge change. In: DISTRICH, E. e MARBNAU, A. (Eds.). *Cognitive dynamics: conceptual change in humans and machines*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. p. 295-342.
- GIBSON, J. J. The theory of affordances. In: SHAW, R. e BRANSFORD, J. (Eds.). *Perceiving, acting, and knowing: toward an ecological psychology*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977. p. 67-82.
- GLENBERG, A. M. Embodiment for education. In: CALVO, P. e GOMILA, T. (Eds.). *Handbook of cognitive science: an embodied approach*. New York: Elsevier, 2008. p. 355-372.
- GLENBERG, A. M.; GUTIERREZ, T.; LEVIN, J. R.; JAPUNTICH, S. e KASCHAK, M. P. Activity and imagined activity can enhance young children's reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, v. 96, n° 3, p. 424-436, 2004.
- GOLDIN-MEADOW, S.; KIM, S. e SINGER, M. What the teacher's hands tell the student's mind about math. *Journal of Educational Psychology*, v. 91, p. 720-730, 1999.
- GOLDIN-MEADOW, S.; NUSBAUM, H.; KELLY, S. D. e WAGNER, S. Explaining math: gesturing lightens the load. *Psychological Science*, v. 12, n° 6, p. 516-522, 2001.
- HAN, I. e BLACK, J. B. Incorporating haptic feedback in simulation for learning physics. *Computers & Education*, v. 57, n° 4, p. 2.281-2.290, 2011.
- HUTTENLOCHER, J. e HIGGINS, E. T. Issues in the study of symbolic development. In: COLLINS, W. (Ed.). *Huttenlocher Minnesota symposia on child psychology*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, v. 11, p. 98-140, 1978.
- JEANNEROD, M. *The cognitive neuroscience of action*. Oxford: Blackwell Publishing, 1997.
- JOHNSON, M. *The body in the mind: the bodily basis of meaning, imagination, and reason*. Chicago: University of Chicago Press, 1987.
- JOHNSON-GLENBERG, M. C.; BIRCHFIELD, D. A.; TOLENTINO, L. e KOZIUPA, T. Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: two science studies. *Journal of Educational Psychology*, v. 106, n° 1, p. 86-104, 2014.

- KENDON, A. *Conducting interaction: patterns of behavior in focused encounters*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- KIRSH, D. Embodied cognition and the magical future of interaction design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, v. 20, n° 1, 3, 2013.
- LAKOFF, G. *Women, fire, and dangerous things: what categories reveal about the mind*. Chicago: University of Chicago Press, 1987.
- LAKOFF, G. e JOHNSON, M. *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- \_\_\_\_\_. *Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books, 1999.
- LAKOFF, G. e TURNER, M. *More than cool reason: a field guide to poetic metaphor*. Chicago: University of Chicago Press, 1989.
- LESLIE, A. Pretense and representation: the origins of “theory of mind”. *Psychological Review*, v. 94, p. 412-426, 1987.
- LINDGREN, R. e MOSHELL, J. M. Supporting children’s learning with body-based metaphors in a mixed reality environment. *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*. ACM: New York, 2011. 177-180.doi:10.1145/1999030.1999055
- LINDGREN, R. e JOHNSON-GLENBERG, M. Emboldened by embodiment six precepts for research on embodied learning and mixed reality. *Educational Researcher*, v. 42, n° 8, p. 445-452, 2013.
- LINDGREN, R.; TSCHOLL, M.; WANG, S. e JOHNSON, E. *Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation*. Manuscript submitted for publication, 2015.
- MALAFOURIS, L. *How things shape the mind*. Cambridge: MIT Press, 2013.
- MARTIN, T. e SCHWARTZ, D. L. Physically distributed learning: adapting and reinterpreting physical environments in the development of fraction concepts. *Cognitive Science*, v. 29, n° 4, p. 587-625, 2005.
- MCNEILL, D. *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- MERLEAU-PONTY, M. *Phenomenology of perception* (trans C. Smith). London: Routledge and Kegan Paul, 1962.
- MILGRAM, P. e KISHINO, A. F. Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, v. 77, n° 12, p. 1.321-1.329, 1994.
- MITCHELL, R. W. (Ed.). *Pretending and imagination in animals and children*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- NATHAN, M. J. Rethinking formalisms in formal education. *Educational Psychologist*, v. 47, n° 2, p. 125-148, 2012.
- NOË, A. *Action in perception*. Cambridge: MIT Press, 2004.
- ORTMAN, S. Conceptual metaphor in the archaeological record. *American Antiquity*, v. 65, n° 4, p. 613-645, 2000.
- PLUMMER, J. D. Early elementary students’ development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 46, n° 2, p. 192-209, 2009.
- RUCINSKA, Z. Basic pretending as sensorimotor engagement. *Contemporary Sensorimotor Theory*, v. 15, p. 175-187, 2014.
- SAINSBURY, R. M. *Fiction and fictionalism*. London: Routledge, 2009.
- SHOVAL, E. Using mindful movement in cooperative learning while learning about angles. *Instructional Science*, v. 39, n° 4, p. 453-466, 2011.

- SOLOMON, J.; BEVAN, R.; FROST, A.; REYNOLDS, H.; SUMMERS, M. e ZIMMERMAN, C. Can pupils learn through their own movements? A study of the use of a motion sensor interface. *Physics Education*, vol. 26, n° 6, p. 345-670, 1991.
- STULL, A. T.; HEGARTY, M.; DIXON, B. e STIEFF, M. Representational translation with concrete models in organic chemistry. *Cognition and Instruction*, v. 30, n° 4, p. 404-434, 2012.
- SUTTON, J. Introduction: memory, embodied cognition, and the extended mind. *Philosophical Psychology*, v. 19, n° 3, p. 281-289, 2006.
- SUTTON, J. e WILLIAMSON, K. Embodied remembering. In: SHAPIRO, L. (Ed.). *Routledge handbook of embodied cognition*. London: Routledge, 2014. p. 315-325.
- THOMPSON, E. *Mind in life: biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Cambridge: Harvard University Press, 2007.
- THOMPSON, E. e VARELA, F. J. Radical embodiment: neural dynamics and consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 5, n° 10, p. 418-425, 2001.
- VARELA, F. J.; THOMPSON, E. e ROSCH, E. *The embodied mind: cognitive science and human experience*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- VYGOTSKY, L. S. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- WINNER, E.; MCCARTHY, M.; KLEINMAN, S. e GARDNER, H. First metaphors. *New Directions for Child and Adolescent Development*, p. 29-41, 1979(3).