

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão em Educação a Distância
Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia

Aprendizagem corporificada: contribuições e desafios dos novos paradigmas de interação humano-computador

Pesquisadora: Taciana Pontual da Rocha Falcão
Departamento de Estatística e Informática - DEINFO/UFRPE

1. A evolução da interação humano-computador (IHC)

Os paradigmas de interação entre humanos e computadores evoluíram substancialmente desde o surgimento dessas máquinas. Inicialmente, interagir com um computador significava configurar circuitos e requeria um bom conhecimento de eletrônica. Aos poucos, a interação foi se tornando mais abstrata, através do uso de linguagens de programação de baixo-nível, em que as instruções para o computador são derivadas de expressões de símbolos. Em seguida, a interação entrou na era textual, em que a linguagem escrita era usada em interfaces de linhas de comando, em uma espécie de diálogo entre usuário e máquina. A chegada da era gráfica foi revolucionária, provendo um espaço bi-dimensional em que a informação é manipulada diretamente através de elementos visuais, o que representou uma transição da orientação linguística para a espacial (Dourish, 2001).

As interfaces gráficas continuam predominantes nos dias atuais em IHC. No entanto, novos paradigmas de interação despontam. Entre eles, destacam-se as interações corporificada e tangível, cujas origens remontam ao início dos anos 90, quando Mark Weiser e colaboradores, no laboratório Xerox PARC, apresentaram o conceito da computação ubíqua (Weiser, Gold, & Brown, 1999). Estimulado pelo trabalho de seus colegas antropólogos, Weiser percebeu o quão complexos de usar eram os computadores, o quão eles demandavam a atenção das pessoas na interação, e o poder que tinham de isolá-las das demais e de outras atividades. O objetivo da computação ubíqua era integrar os computadores ao ambiente de forma natural e redefinir o relacionamento entre usuário e máquina em uma suposta era pós-computador pessoal. Tal paradigma é claramente embasado nos princípios teóricos da cognição situada, fenomenologia e cognição corporificada, afastando-se da perspectiva positivista que impõe uma separação rígida entre a mente e o mundo físico.

Esta mudança de paradigma está diretamente ligada ao caloroso debate sobre a relação entre cérebro e mente que vem ocorrendo na ciência desde a disseminação da teoria dualista de Descartes no século dezessete, segundo a qual a mente é uma substância não-física, puramente intelectual e cognitiva (*res cogitans*), totalmente separada da substância corpórea (*res extensa*) (Damasio, 2003). A teoria de Descartes foi abandonada quando a neurobiologia moderna mostrou que os fenômenos mentais são fortemente relacionados aos circuitos cerebrais (Damasio, 2003). Contrariando Descartes, Damasio sugeriu uma mudança de perspectiva segundo a qual a atividade cerebral regula o corpo física e socialmente, e tais operações regulatórias dependem da criação e manipulação de imagens mentais (ideias e pensamentos) - um processo que pode ser

chamado de "mente". A mente nada percebe a não ser através do corpo e da forma como ele capta estímulos visuais, auditivos, táteis, olfativos e gustativos (Damasio, 2003). Os conceitos humanos são portanto limitados pela estrutura do cérebro, do corpo e do mundo (Lakoff & Núñez, 2000) e originam-se em experiências corporais, que são metaforicamente projetadas em domínios abstratos (Johnson, 1987). Tal perspectiva é reforçada pela teoria fenomenológica, que considera a cognição como *praxis*: as pessoas têm acesso ao mundo através de envolvimento prático (Winograd & Flores, 2004), e a percepção e representação sempre ocorrem no contexto de um agente corporificado no desenrolar de sua interação com o mundo (Hilditch, 1995). Segundo essas perspectivas, pode-se falar em uma "mente corporificada", ou seja, a interação humana no mundo, através do corpo e da atividade física, modela as estruturas cognitivas e, portanto, a atividade corporal não pode ser vista separadamente da percepção de significado (Anderson, 2003; Gallese & Lakoff, 2005).

Essas são as raízes do novo paradigma da IHC de interação corporificada, segundo o qual a computação deveria estar integrada de forma transparente aos objetos e práticas humanas, provendo transições fluidas entre os mundos digital e físico (Shaer & Hornecker, 2010). É inegável que a teoria cognitivista esteve por vários anos na base da pesquisa em IHC, gerando contribuições extremamente importantes para o design de interfaces. Por outro lado, com o surgimento dos novos paradigmas de interação, o cognitivismo deixou de ser suficiente para que se compreenda de forma holística a cognição humana no contexto da IHC. Em 1986, Winograd e Flores (2004) consideraram os computadores inovações radicais que abriram domínios inteiros de possibilidades para a rede das interações humanas. Hoje em dia, o paradigma da computação ubíqua, com as tecnologias vestíveis, móveis e tangíveis, e a interação corporal, permitem agregar as tecnologias digitais a uma gama muito maior de contextos e tarefas (Borba & Villareal, 2005). O projeto de pesquisa aqui apresentado objetiva investigar como esses novos paradigmas de interação podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e reforçar as conexões entre o abstrato e o concreto.

2. A aprendizagem corporificada

As teorias sobre a relação entre mente e cérebro e o papel da interação física na cognição humana refletem-se fortemente no campo da aprendizagem. Apesar da teoria dualista de Descartes já ter perdido força há muitos anos, na prática educacional o pensamento ainda é visto, com frequência, como separado da experiência, podendo ocorrer isoladamente. Ao mesmo tempo, a atividade corporal é predominantemente vista como uma distração, desconectada da atividade mental, e a ser portanto excluída do processo de aprendizagem. Em nome da disciplina, posturas rígidas e movimentos contidos são elogiados e premiados, no contexto de atividades de escuta, leitura e reprodução do que é dito (Dewey, 2001). Essas abordagens são alinhadas com teorias que pregam que a mente é capaz de estabelecer relações e conexões apenas prestando atenção, sem que o aprendiz necessariamente vivencie experiências. Esta foi a perspectiva teórica dominante por muitos anos, baseada na ideia de aprendizes como recipientes a serem preenchidos passivamente de conhecimento e competências pelos professores.

Porém, assim como a estreita relação entre atividade corporal e cognição vem ganhando força, cada vez mais os educadores vêm destacando a importância da "aprendizagem corporificada", promovida por interações físicas com o mundo (Rambusch & Ziemke, 2005). Tal visão está alinhada com a perspectiva filosófica sócio-construcionista, que considera o conhecimento como experiência, ativamente construído através da interação com o ambiente. O conhecimento, de acordo com esta perspectiva, não está disponível para ser "adquirido", mas é construído através de um processo de seleção, consolidação e reorganização da experiência.

De acordo com a teoria da cognição corporificada, a interação física com o mundo é um componente chave para o desenvolvimento cognitivo das crianças, que se beneficiam mais de experiências ativas e práticas do que de recebimento passivo de informações. O conhecimento cresce a partir de análise e reorganização de fatos, o que não é um processo puramente mental, mas baseado na prática (Dewey, 2001). Acredita-se, nesta linha teórica, que a atividade física melhora a percepção e raciocínio, e ajuda a tornar conceitos abstratos mais acessíveis através da construção de mapeamentos entre representações, que sustentam a atividade simbolicamente mediada (O'Malley & Fraser, 2004).

Muitas pesquisas mostram a importância dos gestos na resolução de problemas (Cook, 2007; Goldin-Meadow, 2000), em que a manipulação e a percepção sensorial são consideradas cruciais para o desenvolvimento cognitivo. Porém, segundo o conceito de cognição corporificada, a interação física e sensorial não consiste apenas no ponto de partida para o pensamento abstrato, mas torna-se parte do pensamento humano de alta ordem (Lakoff & Núñez, 2000). Em outras palavras, o pensamento adulto tem sua base de funcionamento em experiências perceptivas prévias e/ou correntes, e não existe uma progressão clara da fase de desenvolvimento concreta para a abstrata, ou das experiências perceptivas para a cognição (Lakoff & Núñez, 2000). A experiência corporal, portanto, mantém-se importante em todas as fases da vida humana.

Apesar da força que a relação entre mente e corpo vem ganhando, ainda não é claro, em termos de aplicações práticas e diretrizes, como intervir no processo de ensino-aprendizagem para envolver mais o corpo, de uma forma produtiva, efetiva e benéfica. Neste sentido, o avanço das tecnologias digitais tem aberto possibilidades de novas investigações no campo da cognição corporificada, em busca de alternativas e soluções.

3. Contribuições e desafios de pesquisa acerca da interação corporificada

Em contextos educacionais, a chegada e popularização da tecnologia interativa e multimídia mudou profundamente as formas de se realizar atividades tradicionais como escrever e comunicar-se. Criou-se uma extensão da memória humana que também introduziu formas de pensar não-lineares, baseadas em simulação, experimentação e comunicação instantânea (Borba & Villareal, 2005). Tecnologias digitais são capazes de prover novas formas de estabelecer correspondências entre múltiplas representações de uma mesma informação e ajudar o aprendiz a mapeá-las de formas indisponíveis nas mídias tradicionais (Scaife & Rogers, 2005). O novo paradigma da interação corporificada abre um enorme leque de possibilidades para artefatos educacionais, ao mesmo tempo

em que provoca grandes desafios de pesquisa. Em contextos educacionais, a repressão ao movimento corporal comumente imposta nas escolas como forma de manter a disciplina e concentração precisaria ser gradualmente modificado com a introdução de novas tecnologias e paradigmas de interação que permitam às crianças fazer maior uso de seu corpo no processo de aprendizagem. A questão é descobrir como este uso corporal pode ser algo de fato produtivo em termos cognitivos. Apesar da relação entre corpo e mente ser hoje em dia largamente aceita, conforme discutido, ainda não é clara a forma como o corpo pode ser usado em prol de processos de aprendizagem. Algumas questões são mais bem estabelecidas, como o uso dos dedos como mediadores simbólicos pela criança que está aprendendo a fazer seus primeiros cálculos, e o papel da gesticulação durante um raciocínio. Mas quando se trata de casos mais gerais de interação corporificada, a questão que se coloca é: o fato de realizar movimentos corporais para interagir com um artefato educacional de fato contribui para a consolidação da aprendizagem? Buscando responder a tal questão, alguns desafios de pesquisa são propostos a seguir.

3.1 A interação corporificada é mais "natural"?

As formas de interação utilizando o corpo remetem à ideia da fluidez das atividades humanas no mundo físico, e buscam estabelecer em IHC uma interação mais "natural", em que as pessoas deveriam poder manipular máquinas / sistemas sem perceber os artefatos necessários para tal, e sem precisar aprender um novo vocabulário interacional. No entanto, "descomplicar" a interação humano-computador pode não representar uma relação tão direta e clara com os movimentos "naturais" das pessoas no mundo físico. Estudos indicam que nem sempre a interação corporal facilita a interação das pessoas com sistemas (Pontual Falcão, Santos, Rodrigues, & Silva, 2014), tornando questionável se o caminho dos movimentos corporais é de fato uma alternativa genérica adequada para as pessoas interagirem com sistemas virtuais de forma fácil, fluida e natural, e se a escolha do tipo de interação não deveria antes de tudo ser pensada com base no contexto e conteúdo. Essa questão é particularmente relevante em contextos educacionais, em que é fundamental que as formas de interação não representem barreiras à aprendizagem.

3.2 Qual a relação entre uma ação corporal específica e o conteúdo em questão?

A influência das tecnologias digitais nos processos mentais humanos depende de sua integração como mediadoras em atividades significativas e contextualizadas (Winograd & Flores, 2004). Em contextos educacionais, é essencial que as ações propostas para interação com sistemas virtuais possuam uma conexão lógica com o conteúdo trabalhado, ou elas perdem seu sentido em relação à aprendizagem corporificada. Uma consequência do uso de ações descontextualizadas é a sobrecarga cognitiva causada por dois processos paralelos para responder aos exercícios: (i) o raciocínio para chegar à resposta e (ii) a movimentação consciente do corpo para conseguir comunicar a resposta ao sistema - movimentação esta que não está logicamente conectada à resposta encontrada.

Dois exemplos opostos ajudam a refletir sobre essa questão. Sheridan e colaboradoras (Sheridan, Price, & Pontual Falcão, 2009) analisaram a

experiência de crianças em uma atividade com *Wiimotes*¹, na qual os movimentos realizados com os controles eram capturados e representados em gráficos variados. Neste caso, a ação das crianças de movimentar o *Wiimote* era mapeada em representações abstratas dinâmicas que buscavam ilustrar o conceito de aceleração em seus diferentes eixos. Ou seja, a ação tinha um significado dentro do contexto da atividade e as crianças podiam criar mapeamentos com significado, entre sua ação e o resultado delas. Já no jogo de videogame *Body and Brain*², baseado em interação corporal usando-se o *Xbox* e *Kinect*³, as ações na maior parte dos casos são descontextualizadas, como: fazer o movimento de chutar uma bola de futebol para selecionar o resultado correto de uma equação matemática; ou formar o sinal de "maior que" com os braços para expressar a relação de grandeza de números e compreender seus mediadores simbólicos. No caso do *Body and Brain*, a ação corporal é reduzida a uma forma "diferente" e possivelmente divertida (porém divertida por ser - ainda - algo diferente) de fornecer uma entrada a um sistema virtual. Neste contexto, o valor das ações torna-se puramente recreativo, ou justificado apenas em termos de treinamento cerebral, como é sugerido originalmente pelo jogo, no sentido de que a atividade física é benéfica para o funcionamento do cérebro. Este argumento, no entanto, é mais biológico do que cognitivo. Se por um lado este processamento paralelo pode ser benéfico em termos de manter o cérebro "jovem", em termos de processos educacionais esta abordagem de desconexão entre ação e conteúdo não gera resultados produtivos (Pontual Falcão, et al., 2014).

Defende-se aqui que a ideia seria que o corpo atuasse como mediador do raciocínio, e a experiência corporal pudesse ser uma base para a compreensão de conceitos abstratos, como defendido pela teoria da cognição corporificada. Apesar do enorme potencial apresentado no contexto educacional pela união de jogos digitais com o paradigma da interação corporal, é preciso cuidado para que o entusiasmo causado pelas novas tecnologias não seja privilegiado em detrimento dos frameworks teóricos que sustentam este mesmo potencial. Ou seja, apesar de justificado pelos pressupostos da aprendizagem corporificada e do paradigma de interação corporificada em franca expansão na área de IHC, o design de artefatos e atividades que fazem uso de interação corporal precisa ser cuidadosamente avaliado em termos de sua efetiva contribuição para a cognição e aprendizagem.

3.3 O maior benefício está na ação em si ou no resultado dela?

Uma outra corrente ligada à interação corporificada sugere uma distinção entre o valor da ação corporal em si, e as mudanças representacionais que resultam de uma ação (Manches & Price, 2011). A ideia é que as mudanças representacionais estejam ligadas a ações contextualizadas dentro do tema trabalhado, levando assim a criança à reflexão. Isso faz com que o aprendiz crie metáforas corporificadas (Lakoff & Johnson, 1999), que permitem transferir as experiências concretas para o domínio abstrato. Nesta corrente encaixam-se as tecnologias tangíveis, que podem ser definidas como artefatos físicos interativos,

¹ <http://www.nintendo.co.uk/Wii/>

² <http://www.bandainamco.co.uk/product/dr-kawashima-body-and-brain-exercises/xbox-360>

³ <http://www.xbox.com/en-US/kinect>

com tecnologia digital embarcada, e que possuem um significado específico dentro de um contexto de uso. Isso diferencia uma tecnologia tangível de um mouse, por exemplo, que não possui um significado próprio. Assim, um artefato digital tangível não somente permite interação física, como também provê informações através de suas propriedades físicas e de um feedback digital dinâmico. As tecnologias tangíveis têm se popularizado em contextos educacionais, em especial através das pesquisas precursoras do *Lifelong Kindergarten*⁴ (MIT). Pesquisas iniciais apontam como benefícios em potencial: a manipulação física; o mapeamento entre as representações físicas e digitais; a possibilidade de exploração a aprendizagem por descoberta; e a acessibilidade. No entanto, as vantagens das tecnologias tangíveis para a aprendizagem ainda permanecem majoritariamente no campo das suposições, necessitando de verificações mais sistemáticas e rigorosas.

4. Sub-temas de pesquisa

As reflexões colocadas na seção anterior são provocações que levam a várias possibilidades de temas de pesquisa, alinhados com o objetivo geral aqui posto de investigar como novos paradigmas de interação podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Alguns desses temas seriam:

- *Acerca "naturalidade" da interação*: um desdobramento de pesquisa poderia consistir em uma comparação entre crianças sem e com experiência prévia com a interação corporificada, para investigar os efeitos dela uma vez internalizado o novo vocabulário de gestos interacionais.
- *Acerca da relação entre ação e conteúdo*: nesta categoria, cabem estudos com jogos / artefatos educacionais baseados em interação corporal (como em videogames como o *Wii* ou *Xbox*), em que as ações físicas estejam conceitualmente conectadas ao conteúdo, evocando e/ou promovendo a construção de metáforas corporificadas.
- *Acerca do foco na ação ou no resultado dela*: a programação tangível é um exemplo que permite investigações interessantes sobre essa questão. As linguagens de programação para crianças nasceram com o Logo⁵ nos anos 80, estão em alta com a programação visual como no caso do *Scratch*⁶, e já começam a experimentar também a abordagem tangível (Horn & Jacob, 2007). Apesar de todo o apelo das representações concretas para as crianças, é preciso investigar até que ponto a programação tangível pode trazer benefícios de aprendizagem que não seriam conseguidos em uma abordagem puramente gráfica, e que benefícios seriam esses.

Referências

- Anderson, M. (2003). Embodied Cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149, 91-130.
- Borba, M. C., & Villareal, M. E. (2005). *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. USA: Springer.
- Cook, S. W. (2007). Gesturing makes learning last. *Cognition*, 106(2), 1047-1058.

⁴ <http://llk.media.mit.edu/>

⁵ <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/>

⁶ <http://scratch.mit.edu/>

- Damasio, A. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain*. United States of America: Harcourt, Inc.
- Dewey, J. (2001). *Democracy and Education*: Pennsylvania State University.
- Dourish, P. (2001). *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. USA: MIT Press.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- Goldin-Meadow, S. (2000). Beyond words: The importance of gesture to researchers and learners. *Child Development*, 71(1), 231-239.
- Hilditch, D. (1995). *At the heart of the world: Merleau-Ponty and the existential phenomenology of embodied and embedded intelligence in everyday coping*. Washington University, St. Louis, MO.
- Horn, M. S., & Jacob, R. J. K. (2007). Designing Tangible Programming Languages for Classroom Use. In *1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction - TEI'07*. Baton Rouge, USA: ACM Press.
- Johnson, M. (1987). *The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.
- Lakoff, G., & Núñez, R. E. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
- Manches, A., & Price, S. (2011). Designing Learning Representations around Physical Manipulation: Hands and Objects. In *10th International Conference on Interaction Design and Children - IDC'11*. Ann Arbor, USA: ACM Press.
- O'Malley, C., & Fraser, D. S. (2004). Literature Review in Learning with Tangible Technologies. In: NESTA Futurelab.
- Pontual Falcão, T., Santos, R., Rodrigues, A., & Silva, P. (2014). Corpo e mente: uma análise educacional e de usabilidade da interação corporal em jogos de videogame. In *XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais - IHC'14*. Foz do Iguaçu: ACM Press.
- Rambusch, J., & Ziemke, T. (2005). The role of embodiment in situated learning. In B. G. Bara, L. Barsalou & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum.
- Scaife, M., & Rogers, Y. (2005). External cognition, innovative technologies, and effective learning. In P. Gardenfors & P. Johansson (Eds.), *Cognition, Education and Communication Technology* (pp. 181 - 202). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shaer, O., & Hornecker, E. (2010). Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1-2), 1-137.
- Sheridan, J. G., Price, S., & Pontual Falcão, T. (2009). Using Wii Remotes as Tangible Exertion Interfaces for Exploring Action-Representation Relationships. In *Workshop on Whole Body Interaction, CHI '09*. Boston: ACM Press.
- Weiser, M., Gold, R., & Brown, J. (1999). The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980's. *IBM Systems Journal*, 38(4), 693-696.

Winograd, T., & Flores, F. (2004). *Understanding Computers and Cognition. A New Foundation for Design*. Indianapolis, IN: Addison-Wesley.