

Referenciais

Teórico-metodológicos do Enativismo e a Construção do Conceito de Sistema Socioenativo

M. Cecilia C. Baranauskas José A. Valente
Emanuel F. Duarte J. Valderlei da Silva

Technical Report - IC-23-02 - Relatório Técnico
January - 2023 - Janeiro

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo deste relatório é de única responsabilidade dos autores.

Referenciais Teórico-metodológicos do Enativismo e a Construção do Conceito de Sistema Socioenativo

M. Cecilia C. Baranauskas ^{a,c,1}, José A. Valente ^b, Emanuel F. Duarte ^a, J. Valderlei da Silva ^a

^a Institute of Computing, State University of Campinas - UNICAMP, Av. Albert Einstein, 1251 - Cidade Universitária, Campinas, SP, 13083-852, Brazil

^b Nucleus of Informatics Applied to Education, State University of Campinas - UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz - Bloco V da Reitoria, SP, 13083-970, Brazil

^c PPGINF UFPR, Curitiba PR, Brazil

Resumo. Ambientes computacionais contemporâneos, caracterizados pela ubiquidade e pervasividade da tecnologia, demandam novas formas de pensar a interação de (e entre) pessoas e ambientes populados de artefatos e sistemas computacionais que criamos, com os quais e através dos quais interagimos individualmente e com outros. Tomamos como pressuposto que a ação apresenta-se acoplada à percepção, à emoção e à cognição no processo dinâmico da vida e precisam ser compreendidos como tal. Uma relação interdisciplinar complexa entre a Biologia, a Fenomenologia, a Psicologia e as Neurociências é necessária para a compreensão da relação cérebro-corpo-ambiente. Este Relatório Técnico sintetiza estudos realizados pela equipe do Projeto Socioenativos, buscando caracterizar sistemas socioenativos a partir do referencial teórico do enativismo. Contribui, assim, com fundamentos necessários à construção de bases teórico-metodológicas que sustentem o design e a construção de ambientes computacionais ubíquos.

Abstract. Contemporary computational environments, characterized by the ubiquity and pervasiveness of technology, demand new ways of thinking about the interaction of (and between) people and environments populated by artifacts and computational systems that we create, with which and through which we interact individually and with others. We assume that action appears coupled to perception, emotion and cognition in the dynamic process of life and needs to be understood as such. A complex interdisciplinary relationship between Biology, Phenomenology, Psychology and Neurosciences is necessary for understanding the brain-body-environment relationship. This Technical Report summarizes studies carried out by the Socioenativos Project team, seeking to characterize socioenactive systems based on the theoretical framework of enactivism. Thus, it contributes with fundamentals necessary for the construction of theoretical-methodological bases that support the design and construction of ubiquitous computational environments.

¹ mccb@unicamp.br

Palavras-chave: sistemas computacionais ubíquos, enativismo, sistemas socioenativos

1. Introdução

Desenvolver artefatos computacionais conectados para fazer parte de ambientes não envolve somente os aspectos técnicos de sua inserção em um determinado local e nas mudanças que provoca no meio, mas principalmente considerações sobre como o sistema computacional terá seu comportamento afetado e afetará o seu entorno. O projeto FAPESP² intitulado "Sistemas Sócioenativos: Investigando Novas Dimensões no Design da Interação Mediada por Tecnologias de Informação e Comunicação", tem como interesse principal o de estudar o fenômeno socioenativo e criar ambientes baseados em tecnologia ubíqua em que os aspectos social, físico e digital atuem e se transformem pela (inter)ação entre as partes. Para os estudos, o grupo de pesquisadores levanta e evolui teorias para o design de ambientes onde a ação de pessoas e suas relações (sociais via interação) é afetada pelas ações e percepções de cada elemento constituído no ambiente, que consequentemente realimentam o sistema. Trata-se, portanto, de um sistema entendido em seu sentido amplo, que é parte da vida e do desenvolvimento de todos que estão interagindo no ambiente. Para dar conta dessa visão de tecnologia e sociedade, e sua relação com design, utilizamos referencial teórico-metodológico baseado na perspectiva enativista da Ciência Cognitiva, como apresentada a seguir.

Ciência Cognitiva é a denominação atribuída a um programa de pesquisa científica iniciado em meados do século XX integrando várias disciplinas, entre elas: psicologia, neurociências, linguística, ciência da computação, inteligência artificial e filosofia. Tal programa tinha como meta tornar explícitos princípios e mecanismos da cognição (Thompson, 2007). Várias abordagens se seguiram nesse programa: cognitivismo, conexãoismo, dinamicismo incorporado, fazendo uso de metáforas diferentes para explicar a mente: por ex. como computador digital (no cognitivismo), como rede neuronal (no conexãoismo), como sistema dinâmico (no dinamicismo incorporado). Na pesquisa contemporânea formas híbridas dessas abordagens coexistem, porém não parece darem conta dos aspectos científicos da experiência subjetiva. Desafiando os pressupostos objetivistas do computacionalismo, abordagens baseadas na cognição incorporada (*embodied cognition*), como é o caso do enativismo de Varela et al. (1991), procuram explicar a relação entre processos cognitivos e a experiência e subjetividade humanas.

² Projeto Temático FAPESP #2015/16528-0

A temática do enativismo, que serve de base a nosso Projeto, apresenta-se como alternativa aos paradigmas ainda presentes na Ciência Cognitiva, que separam mente, corpo e ambiente. Na perspectiva enativista, vida mental é vida corporal e é situada no mundo; assim, a vida mental não reside dentro do cérebro, mas ramifica-se através do corpo e do ambiente. Uma relação interdisciplinar complexa entre a Biologia, a Fenomenologia, a Psicologia e as Neurociências é necessária para a compreensão da relação cérebro-corpo-ambiente no pensamento enativista. Mais ainda quando nos referimos a ambientes populados de artefatos e sistemas computacionais que criamos, com os quais e através dos quais interagimos individualmente e com outros. Ação apresenta-se acoplada à percepção, à emoção e à cognição no processo dinâmico da vida e precisam ser compreendidos como tal.

Embora a Ciência da Computação tenha sido uma das disciplinas a influenciar a Ciência Cognitiva em sua origem, principalmente alimentando a ideia de cérebro como processador de informação e computação digital como o análogo de processos cognitivos, o referencial teórico para este Projeto baseia-se na abordagem enativista da Ciência Cognitiva, pois interessa-nos em particular entender a relação de pessoas em ambientes (físicos, naturais) constituídos também por artefatos tecnológicos digitais que criamos e que também são parte do ambiente em que vivemos. Como então entender essa relação cérebro-corpo-ambiente? Como projetar artefatos e cenários para interação social-física-digital? Como considerar os aspectos da intersubjetividade e da experiência nos cenários de ubiquidade da computação, que estamos construindo e caracterizando como ‘Sistemas Socioenativos’? As atividades de ‘Leitura (en)Ativa’ como reportadas sinteticamente na seção 2 deste Relatório têm sido extremamente relevantes para lançar luz a essas questões.

Este Relatório Técnico sintetiza estudos realizados pela equipe do Projeto Socioenativos buscando caracterizar sistemas socioenativos a partir do referencial teórico do enativismo. Contribui, assim, com fundamentos necessários à construção de bases teórico-metodológicas que sustentem o design e a construção de ambientes computacionais ubíquos. O texto está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o contexto e o método do estudo; a seção 3 apresenta aspectos da literatura considerados relevantes ao estudo de sistemas socioenativos, destacando e situando temas para discussão; a seção 4 sintetiza resultados do estudo relativos às perguntas de pesquisa, que são relevantes a sistemas ubíquos em geral e sistemas socioenativos em particular.

2. Contexto e Método

A forma como temos conduzido a pesquisa no Projeto tem envolvido um processo cíclico onde três momentos principais alternam-se no foco da equipe: estudos do referencial teórico que fundamentam a constituição do conceito de Socioenativo, a criação de artefatos tecnológicos que possibilitam o design e experimentação de cenários em contextos reais junto aos parceiros do Projeto, e a análise de dados dessa experimentação, que realimenta a construção do conceito de sistema Socioenativo (ver Figura 1 ilustrativa desse processo).

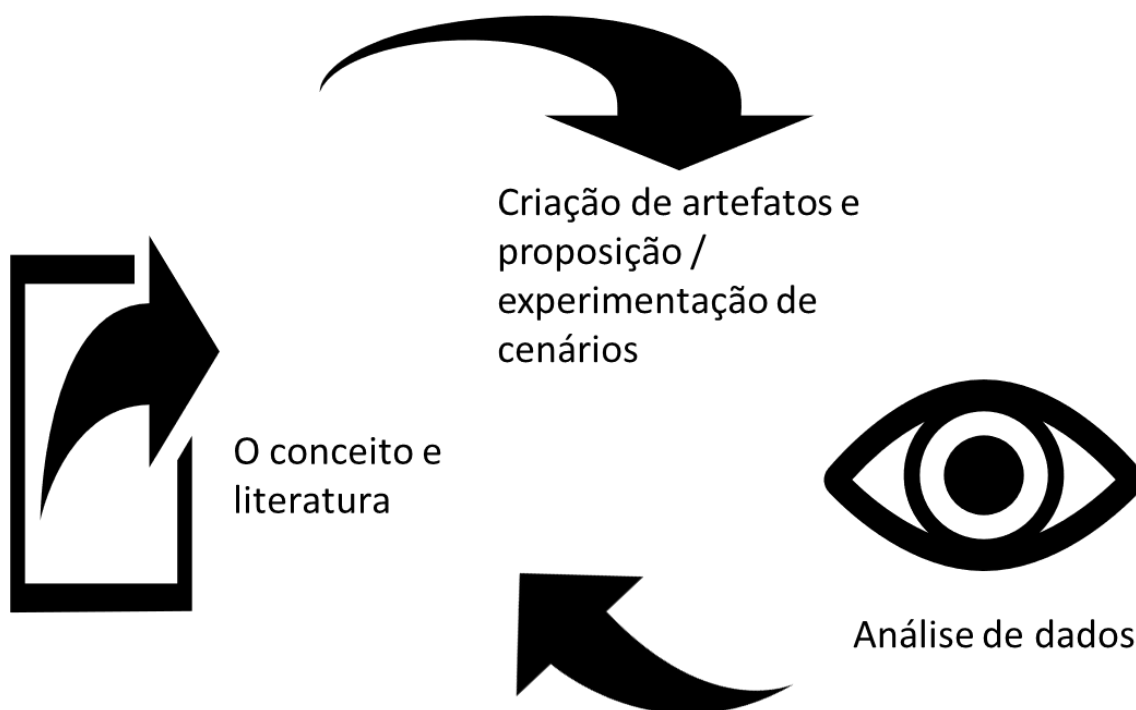


Figura 1. O processo cíclico da condução da pesquisa do Projeto Socioenativos.

Com relação aos estudos de referencial teórico, dando sequência a estudos de base antropológica e pragmatista conduzidos anteriormente, nosso foco neste Relatório Técnico está em aportes da neurociência e da neurobiologia, para entender o *living organism* em sua relação cérebro-corpo-ambiente, entendendo aqui ambiente que inclui tecnologia computacional ubíqua. Buscamos referencial para entender como o cérebro funciona como um órgão mediador, tanto em nossa interação sensório-motora com objetos quanto em nossa interação social com os outros; tais conceitos são fundamentais para uma perspectiva que procura entender a relação pessoa(s)-tecnologia, como queremos caracterizar em sistemas socioenativos. Tal referencial teórico teve base principalmente no livro de Fuchs

(2018) e em artigos publicados por outros enativistas que têm como base a teoria de Varela et al. (1991) para a Ciência Cognitiva.

Os estudos têm sido conduzidos por professores de diferentes áreas do conhecimento: pesquisador associado a este Projeto (e Prof. na Faculdade de Educação), pelo pesquisador principal (da área de Midialogia e Educação) e por mim (pela área de Interação Humano-Computador), com a participação dos Pós-docs e toda a equipe de pesquisadores. Um espaço compartilhado na *web*³ tem sido utilizado para a reflexão dos pesquisadores sobre as leituras e sua conexão com o tema do Projeto; parte do conteúdo desse espaço de reflexão está refletido na escrita deste Relatório Técnico que busca apresentar e discutir as bases enativistas de cenários e sistemas socioenativos. Partes desse aporte dos fundamentos enativistas em nosso Projeto já estão presentes em outras publicações da equipe (e.g. Baranauskas et al. 2021; Valente et al. 2021; Caceffo et al. 2022, Duarte e Baranauskas 2022).

Destacamos as seguintes referências de leitura e discussão, que são a base para os temas levantados na seção 3: Colombetti (2017) e Fuchs (2018), neste último os capítulos que tratam sobre ⁴*Subjetividade e vida* (cap. 3), *O cérebro como um órgão do ser vivente* (cap. 4), *O cérebro como um órgão da pessoa* (cap. 5), *O conceito de aspectividade* (cap. 6) e *Implicações para a psiquiatria e medicina fisiológica* (cap.7). Estas referências de leitura nos levam para uma visão reformulada do problema tradicional da dualidade mente-cérebro no ser vivo: tanto como um corpo vivido ou subjetivo quanto como um corpo vivo ou objetivo. O trabalho de Fuchs apresenta como o cérebro funciona como um órgão mediador, tanto em nossa interação sensório-motora com objetos quanto em nossa interação social com os outros, baseando-se na neurociência e neurobiologia de base fenomenológica e enativista. Na visão do autor, o cérebro não é compreendido como um órgão que “produz” a mente (assim como uma glândula produz suas secreções), mas como órgão que media nossas relações corporais, emocionais e mentais com o mundo. Daí nosso interesse particular nessa base teórica para entender a relação de pessoas com ambientes (físicos, digitais e sociais) que incluem a interação com tecnologia ubíqua e pervasiva.

A seguir, alguns destaques dessas referências de leituras⁵ que são relevantes à construção do conceito de sistema socioenativo.

³ <https://docs.google.com/document/d/1f3p08Qwth1I-LGq78YdpCoZeyl3cTo8m/edit#>

⁴ Tradução livre dos títulos dos capítulos do livro.

⁵ Alguns termos e expressões são deixados na língua original, para não perdermos o sentido do autor

3. Resultados - Temas Levantados

Partindo de Fuchs (2018), que desenvolve uma concepção ecológica do organismo vivo como um sistema autopoietico relacionado ao seu ambiente, e de Colombetti (2017), que acrescenta entendimento para o papel da afetividade na cognição humana, levantamos a seguir temas que entendemos relevantes ao conceito de sistema, interação e experiência socioenativa, introduzidos no Projeto Temático Fapesp .

3.1 O conceito de “extensão cognitivo-afetiva” na leitura de Colombetti

A autora revisita o conceito de “*sense-making*” da abordagem enativista de Varela et al. (1991), Thompson (2007), DiPaolo (2005), para argumentar que cognição é inerentemente afetiva. Apresenta o conceito de “extensão” para sistemas vivos (na abordagem enativista com origem em Maturana e Varela (1980)) argumentando que também o *sense-making*, a cognição e a afetividade são extensíveis. Entretanto deixa claro que esse conceito de extensão difere do HEC (*Hypothesis of Extended Cognition*) proposto por Clark e Chalmers (1998). Ela argumenta que teorias da “afetividade” interpretada como incluindo emoções, *mood*, e estados motivacionais, favorecem a interpretação do cérebro (*brain*) ou parte dele como o “lugar” (*seat*) de emoções. Seu entendimento para “afetivo” não significa necessariamente “emocional”, onde a emoção se refere à capacidade de experimentar ou manifestar emoções específicas (medo, raiva, alegria, inveja, tristeza, orgulho etc.). Ela entende por afetivo um conceito mais geral, que pode ser caracterizado como “falta de indiferença” (*lack of indifference*), e em vez disso, uma sensibilidade, interesse ou preocupação (*concern*) pela existência de alguém. Não está claro na proposta da autora se o alguém se refere a si próprio também, caso em que ajudaria a esclarecer aspectos da autoestima (abordada em uma das teses de pesquisador da nossa equipe).

Na tese da autora é possível pensar em estados afetivos como sustentados não apenas por processos orgânicos, mas também por processos híbridos envolvendo elementos orgânicos e não-orgânicos. Seu entendimento de afetivo refere-se ao conceito de “influência” que não é meramente física, mas psicológica também. Para ela, as noções de “*concern*” e “propósito” denotam naturalmente características afetivas. Na seção 5 do artigo, falando sobre “*extended mood*”, ela parece relacionar sua tese com uma modalidade de *sense-making* e, como tal, com um “*extended-cognitive-affective system*” (cf. exemplos clássicos das 2 pessoas no corredor estreito tentando passar uma pela outra em direções opostas, e da relação do músico+instrumento alcançando um certo “*mood*”).

O trabalho dessa autora (Giovanna Colombetti) destaca-se pela compreensão de afeto e emoção na perspectiva das mesmas bases enativistas que fundamentam nossa

caracterização de sistemas socioenativos. Como tal, essa compreensão do afeto é útil para entendermos a interação com a tecnologia e com o outro, em cenários socioenativos.

3.2 Sobre Memória e Representação

No capítulo 3 de seu livro, Fuchs aborda o conceito de “*embodied subjectivity*”: “*Meu corpo subjetivo... não é o corpo físico que vejo, toco ou sinto; em vez disso, é minha capacidade de ver, tocar e sentir. Não é um objeto no mundo, mas o meio, o campo ou a capacidade que me revela o mundo.*” (tradução livre, p. 73). Nosso destaque nesse capítulo é sobre os conceitos de “memória e representação”, um tópico fundamental na Ciência da Computação e que influenciou as bases cognitivistas da Ciência Cognitiva em seu início. Na seção 3.3.4, p. 102, diferentemente da visão computacionalista de representação originada da visão do cérebro como um processador de informação, o autor explica que “*Um organismo vivo expande seus conhecimentos e capacidades implícitos, não pelo preenchimento de um depósito de informações, mas pela mudança de sua estrutura de disposição orgânica, ou seja, por um processo de crescimento e desenvolvimento*” (tradução livre). De acordo com o modelo computacional da mente e do cérebro, o processo de aprendizagem grava bits de informação em bancos de memória onde são armazenados e podem ser recuperados à vontade. No entanto, essa visão representacional e internalista da memória não se ajusta à interação dinâmica com o ambiente que ocorre quando habilidades ou hábitos corporais são reencenados.

Mesmo entendendo que essa memória é baseada em padrões específicos de ativação neural derivados de experiências anteriores, principalmente em regiões subcorticais do cérebro, o autor explica que isso não implica qualquer memória representacional: em vez de mapas internos ou modelos de realidade externa, o cérebro fornece os loops para formar ciclos funcionais completos por contrapartes adequadas no ambiente com o qual o corpo atualmente se conecta, não deixando nenhum papel para representações separadas. Assim, se “memória” não significa algum tipo de depósito interno estático, mas a capacidade de um ser vivo de atualizar suas disposições adquiridas em processos de aprendizagem anteriores, então essa capacidade está ligada ao acoplamento dinâmico contínuo entre corpo e ambiente. Um exemplo citado que ilustra esse acoplamento é o do teclado sem os rótulos nas teclas e a tarefa de escrever uma palavra só olhando para elas. Segundo o autor, essa tarefa é impossível mesmo para alguém hábil no uso do teclado; entretanto, “*no exato momento em que os dedos são colocados nas teclas, eles projetam sua capacidade no teclado, e pode-se escrever a palavra imediatamente, sem pensar*” (tradução livre). Conclui ele: “*pode-se dizer que a memória reside nas ‘mãos no teclado’ ou, para ser mais preciso, a memória é uma propriedade disposicional emergente de todo o sistema do organismo e do teclado conectados um ao outro.*”

O conceito de acoplamento dinâmico contínuo entre corpo e ambiente tem sido essencial para entendermos a relação tripartite físico-digital-social como estamos caracterizando nos nossos cenários socioenativos. Falta-nos ainda explicar essa co-evolução do organismo (ou organismos) e Ambiente (físico-digital-social) ao longo da interação.

3.3 Fenômenos da Percepção na Teoria Enativista

Ainda no capítulo 4, Fuchs continua a aprofundar e ilustrar a relação cérebro-organismo-ambiente, falando sobre o conceito de “consciência” (seção 4.2.2), sobre a neuroplasticidade do cérebro entendida na relação cérebro-organismo-ambiente (seção 4.2.3), o conceito de “transparência” ou o cérebro entendido como “órgão de ressonância” (seção 4.2.4), terminando com uma retomada dos conceitos de informação, representação e ressonância (seção 4.2.5). Destacamos a forma como ele explica 2 fenômenos clássicos da percepção: o Muller-Lyer Illusion (Fig 4.8, p. 143) e a figura do Dálmata (Fig. 4.9, p. 148); o primeiro para explicar a plasticidade do cérebro no fenômeno da percepção (seção 4.2.3) e o segundo para ilustrar o fenômeno da “gestalt” e “ressonância de padrões” do cérebro; todos explicados dentro do arcabouço enativista da relação cérebro-organismo-ambiente. Em particular, destacamos o primeiro exemplo por ilustrar “ilusões de ótica” como um fenômeno dependente de fatores culturais e a influência da cultura no desenvolvimento do cérebro, diferentemente da explicação corrente da ilusão de ótica como processamento visual inato acontecendo no cérebro.

Diferentemente desse entendimento como um fenômeno que prioriza a estrutura (neural) sobre a função (relativa ao ambiente), nesse exemplo ele mostra o acoplamento de ambas estrutura e função no fenômeno da percepção. Citando Gregory (1966), ele explica que a ilusão é baseada na adaptação do sistema sensorio-motor à espacialidade dos objetos cubóides (Figura 4.8, à direita p. 143) cujas bordas se projetam (casas, armários) ou recuam (espaços internos); as proporções espaciais resultantes são ajustadas pelo cérebro durante o desenvolvimento inicial. Essas estruturas cubóides, no entanto, são características de culturas urbanas e foi mostrado que raramente são encontradas em ambientes naturais, a exemplo de culturas Africanas que vivem em cabanas redondas (como também nossos índios Yanomami que vivem em ocas redondas). São exemplos muito reveladores, especialmente para a cultura computacionalista ainda vigente em IHC (Interação Humano-Computador).

3.4 Causalidade Circular

No capítulo 4, o autor detalha melhor, como ocorrem os processos organizmicos internos (que ocorrem verticalmente cérebro-organismo, seção 4.1), bem como os processos

organismo-ambiente (que ocorrem horizontalmente, seção 4.2), de forma a unirem-se para formar uma unidade cooperante, que ele chama “causalidade circular”.

Na seção 4.2 ele cita John Dewey (1896), como sendo quem já havia questionado a dicotomia organismo-ambiente (estímulo e resposta como duas unidades de ação). Percepção e ação são conectadas em “loops circulares”. São muito bons os exs. que ele usa para ilustrar essa circularidade, quando fala do movimento contínuo do olho como necessário para se “enxergar”, e tb do movimento necessário para a percepção sobre a pele, dois fenômenos clássicos estudados na neurociência e também em IHC.

Ainda sobre a inseparabilidade organismo-ambiente, ele discute a tarefa de “escrever uma carta” e a relação dela com o lápis e o papel. Caso semelhante é apresentado por Ingold (2015), falando da relação entre o serrador, o serrote e a madeira. Sobre o fenômeno da escrita, coloca o autor: *‘My writing cannot be dualistically split into a mental and a bodily writing’* (p. 128). Com esse exemplo ele explica a causalidade circular (vertical e horizontal) e a inseparabilidade entre organismo e ambiente: *‘(...) não podemos conceber uma atividade como a escrita, como uma interação de dois sistemas separados, porque na realização (enaction) não podemos mais distingui-los um do outro’* (p. 128. tradução livre). Também cita o exemplo do “pianista” em sua relação com o piano sendo tocado e o som sendo ouvido (p. 132) para ilustrar como o músico, o instrumento e a música tornam-se parte de um processo dinâmico, cujos componentes não são separáveis. Esse conceito relaciona-se também com o conceito de “ferramentas” como extensões do corpo (ex. martelo e mão para martelar, bengala para o cego caminhar) tanto no sentido físico quanto perceptivo.

No que tange ao nosso objeto de estudos neste Projeto, esse referencial conceitual é útil na caracterização dessa relação de circularidade vertical e horizontal em cenários socioenativos, i.e., em cenários de interação de pessoas (e entre pessoas) com objetos digitais e físicos possibilitados pela tecnologia computacional ubíqua.

3.4.1 Causalidade Circular Vertical (organismo-cérebro-corpo) e Horizontal (organismo-ambiente)

O capítulo 6 detalha o conceito de circularidade vertical e horizontal apresentado em capítulos anteriores do livro. Em 6.4.3 o autor ilustra as circularidades (vertical e horizontal) com fenômenos psicofísicos (psicossomáticos, somatopsíquicos, falhas funcionais). Do psicossomático ilustra a relação entre o rubor e o sentimento de vergonha, assim como palpitação e suor, e o medo, como atos integrais da vida que envolvem igualmente componentes intencionais, emocionais e corporais. *“(...) shame or fear emerge from a superordinate experience of the current situation and not from any localized physiological event.”* (p. 244).

Sobre a relação somatopsíquica, ilustra com o exemplo da “melhora do humor” com o uso de um antidepressivo. A mudança de humor, que se manifesta no nível subjetivo, é explicada como resultado dessa transformação autoativada e não o efeito direto da droga: *“Inicialmente, o organismo absorve, metaboliza e transforma o agente químico, para que seja ‘reconhecido’ como uma substância. Agora ele pode iniciar certas modificações neurobioquímicas no cérebro, por exemplo, concentrações alteradas do transmissor nas sinapses do sistema límbico e, depois de algum tempo, também mudanças reativas na densidade do receptor pós-sináptico e assim por diante. Como resultado dessa influência de baixo para cima, o organismo é capaz de entrar em uma relação modificada com seu ambiente atual (por exemplo, reajustando o equilíbrio do hormônio do estresse, ativação neurovegetativa, etc.), em que pode cumprir certos requisitos de uma maneira melhorada. Essa reconfiguração adaptativa de todo o sistema organismo-ambiente no nível macro corresponde a um estado de humor alterado que a pessoa em questão experimenta em relação ao seu ambiente.”* (p.245 tradução livre).

Enquanto os fenômenos ilustrados são relevantes na medicina, a causalidade circular vertical e horizontal pode servir de referência para entendermos fenômenos da interação de pessoas com seu ambiente físico (incluindo artefatos computacionais) e social, que queremos caracterizar no Projeto Socioenativos.

3.5 A quebra do dualismo físico-mental

Parte do capítulo 6 (6.1) discute a separação que grande parte da filosofia da mente faz entre o fenômeno “mental” e o “físico” e apresenta como alternativa a visão enativista da unidade entre o organismo vivo e sua realização (*‘enactment’*) da vida. Os trechos a seguir ilustram essa quebra do dualismo mental-físico:

‘The subject of all mental activities is always a bodily subject, “incarnated” in the whole physical body, and it is thus a spatial subject as well.’ (p. 211)

‘The lived body and life itself therefore become the bridge between the “mental” and the “physical.”’ (p. 213)

Destacamos, em particular, um trecho na p. 212, em que o autor se baseia em Wittgenstein (1958) para dizer que mesmo que o pensamento (assim como as emoções) não sejam observáveis “de fora”, isso não significa que sejam fenômenos de um mundo mental independente:

‘Thinking—like emotions—is admittedly not entirely observable from the outside. But that does not mean thinking, as an enactment of life, can be displaced to an independent mental world.’ (p. 212)

O autor usa como exemplo da quebra do dualismo (mental-físico), a expressão verbal (*speaking*), como expressão do pensamento, lembrando que a fala não ocorre de forma independente do pensamento (i.e., a fala não é uma atividade motora independente).

A relação usuário-computador, que foi predominantemente entendida na literatura clássica de IHC pelos fenômenos “mentais” (cognitivos), a exemplo do conceito de “modelos mentais” do usuário e do designer, precisa ser revista no novo *frame* da abordagem enativista. A quebra do dualismo mental-físico ainda precisa ser interpretada nas teorias de IHC e o estudo de sistemas socioenativos oportuniza essa reflexão.

3.6 Fundamentos neuronais da ‘embodied’ intersubjetividade

No capítulo 5 Fuchs mostra como o desenvolvimento do cérebro humano acontece a partir de relações sociais e culturais; em síntese, mostra os fundamentos neuronais da (*embodied*) intersubjetividade. Para ele, humano, biologia e cultura, assim como individualidade e socialidade, estão intrinsecamente interligadas na ontogênese do cérebro. Nas seções 5.1 e 5.2 ele aborda formas de intersubjetividade primária (como entendemos o outro), ilustrando-a com a interação criança-mãe desde o período pré-natal. Para tal, apresenta os conceitos de “memória implícita” (em 5.1), “sistema de ligação” (*attachment system*) e “sistema de ressonância social” (*social resonance system*) (em 5.2). Esse último relacionado ao conceito de “neurônios espelho” (*mirror neurons*).

Sobre o conceito de memória implícita (5.1.3), o autor define: A memória implícita compreende praticamente todas as formas de aprendizagem na primeira infância.” Como ela se “realiza” neuronalmente ele explica no último parágrafo da p. 181:

“In neural terms, this means that every interaction with others, by means of synaptic learning, leaves traces at the neural level; of course, not in the form of localizable, stored “memories,” “images,” or “representations” of the inter-actions or attachment figures, but in the form of dispositions to perceive, feel, and behave in certain ways”.

Sobre os dois conceitos da seção 5.2, não são só os sistemas biológicos que devem ser entendidos na relação circular brain-organism-(social)environment. O conceito de *attachment system* (5.2.1) envolve a “*interafectivity*”: sistema auto-regulatório de dois organismos (ex. mãe-criança), formado como extensão do sistema homeostático ainda em desenvolvimento na criança (até que este torne-se autônomo). Para o sistema de ressonância social (5.2.2) fornece uma interpretação enativista para o conceito clássico de neurônios espelho. Em síntese, apresenta a socialidade humana como dependente da intercorporeidade (cf. conceito de Merleau Ponty (1962) na p. 188) e da interafetividade.

Com esses conceitos, o autor explica a intersubjetividade e a socialidade desde sua base neuronal e seu acoplamento cérebro-organismo-ambiente. São aspectos relevantes ao entendimento do aspecto de socialidade na caracterização de sistemas socioenativos.

3.7 Cérebro e Cultura: o Aspecto Semiótico

Ao relacionar cérebro e cultura, o autor fala que os humanos usam os itens em seu ambiente não apenas como objetos, mas também como veículos (carregadores) de símbolos e informações compartilhados (o aspecto semiótico) que, por sua vez, influenciam sua “*embodied memory*”. A própria linguagem é entendida como “*a memória mais importante que a humanidade desenvolveu e que é incorporada no desenvolvimento inicial*” (tradução livre p. 208). A mente se estende ao ambiente. Ele chama de “*extended mind*” à toda informação disponível nas estruturas do ambiente: nas estruturas do corpo humano, nas relações humanas, na escrita e na linguagem falada, em mitos e práticas coletivas, na arte, literatura, tecnologia e ciência... Os produtos da cultura não são fenômenos produzidos no cérebro; ao contrário, são fenômenos “*shaping*” o cérebro.

Ao mesmo tempo em que oferece essa visão semiótica ao relacionar cérebro e cultura, Fuchs apresenta uma visão simplista (ingênuo) do “computador” como “memória externa”, uma ferramenta como outra qualquer. Parece escapar-lhe um tratamento mais elaborado do potencial de sistemas computacionais na cognição humana entendida pela perspectiva enativista (*enactive cognition*).

3.8 Funções Humanas e Funções da Máquina

Nas seções seguintes do capítulo 6, o autor mostra que as funções vivas - ao contrário das funções das máquinas - não são montadas a partir de estruturas ou processos parciais. Pelo contrário, são a condição para o desenvolvimento dos órgãos e subsistemas por meio dos quais são realizados. Em 6.4.1. o autor fala sobre a determinação intencional e psicológica de processos fisiológicos:

“não é a ativação da amígdala que causa o medo, mas principalmente a percepção subjetiva e avaliação de uma situação ameaçadora - e essa percepção superordenada não pode ser encontrada na amígdala, por mais necessária que esta seja para a experiência do medo.” (p. 235, tradução livre).

Ou seja, a existência da amígdala é necessária, mas não suficiente, como explica no trecho a seguir: ‘(...) qualquer explicação que inclua processos neurobiológicos não é possível sem a compreensão das conexões experienciais e motivacionais.’ (p. 236, tradução livre)

Em 6.4.2 o autor fala de outros fenômenos como o processo de tomada de decisão e sobre liberdade (*free will*), para esclarecer que tais fenômenos não são determinados por processos neuronais: “*tomar uma decisão não é a intervenção de um self autônomo, mas a atividade de um sujeito corporificado que deve ter aprendido e incorporado as capacidades de inibição e reflexão no decorrer de sua biografia*” (p. 241 tradução livre). (...) *the concept of embodied freedom treats decisions as superordinate, intentionally directed enactments of life performed by an embodied person—enactments that are facilitated, but not determined by the neuronal processes involved* (p. 243).

Entender os limites das funções da máquina e do humano em seu acoplamento físico-digital-social é parte da agenda de estudos e desafios de sistemas socioenativos.

3.9 Cérebro, Organismo e Ambiente como Unidade Dinâmica

No capítulo 7 Fuchs retoma o conceito de causalidade vertical e horizontal que vem desenvolvendo ao longo do livro, ilustrando-a com a “doença mental” e suas formas de terapia, pelas lentes da sua abordagem. Uma visão reducionista de transtornos mentais como “distúrbios cerebrais” é descartada, assim como a separação dualista de componentes “somáticos” e “psíquicos” e suas supostas “interações”. No lugar disso, propõe uma abordagem ecológica, baseada em conceitos de *embodied and enactive cognition*, como paradigma alternativo que concebe cérebro, organismo e ambiente em sua unidade dinâmica. Na Fig 7.1 (p. 256), o autor mostra que processos neuronais são considerados como componentes de processos superordenados, que podem ser vistos em diferentes níveis (ilustrados na Fig 7.1, p. 256): (1) no nível macro, dos processos psicossociais ou interações de pessoas; (2) no nível meso, das interações entre o cérebro individual, organismo e ambiente; e (3) no nível micro, dos processos neuronais e moleculares dentro do cérebro. Essas interações são processos circulares (causalidades horizontal e vertical) que acontecem como relações *top-down* e *bottom-up*.

Dentro desse *frame*, ilustra como os aspectos fisiológicos e experimentais se complementam na psicoterapia (como processo *top-down* ou de influência global para local), e na terapia com drogas (como processo *bottom-up* ou de influência local para global). “*Psychotropic drugs are only an incentive for the organism’s holistic response and for a modification of the organism–environment system through circular causality.* (p. 270)”.

Dos 3 níveis tratados (macro, meso e micro), certamente os níveis macro (da interação de pessoas) e meso (das interações com o ambiente) aplicam-se ao estudo de sistemas socioenativos, e serão úteis em sua caracterização conceitual.

4. Discussão

Embora a Ciência da Computação tenha sido uma das disciplinas a influenciar a Ciência Cognitiva em sua origem, principalmente alimentando a ideia de cérebro como processador de informação e computação digital como o análogo de processos cognitivos, essa base conceitual do cognitivismo não dá conta de explicar os fenômenos que acontecem quando se consideram a interação de pessoas em e com ambientes baseados em tecnologias ubíquas e pervasivas. Isso porque os fenômenos da interação em tais ambientes exigem a consideração da pessoa como um todo (em sua corporeidade, afetividade, intersubjetividade, sociabilidade), não apenas seus “modelos mentais” de como funcionam os sistemas computacionais para interagir com eles. Buscamos referencial teórico para o Projeto Socioenativos na abordagem enativista da Ciência Cognitiva, pois interessa-nos em particular entender a relação de pessoas em ambientes (físicos, naturais ou artificiais) constituídos também por artefatos tecnológicos digitais que criamos e que também são parte do ambiente em que vivemos. Nesse novo referencial, *como então entender a relação cérebro-corpo-ambiente? Como projetar artefatos e cenários para interação social-física-digital? Como considerar os aspectos da intersubjetividade e da experiência nos cenários de ubiquidade da computação, que estamos construindo e caracterizando como ‘Sistemas Socioenativos’?*

Os temas levantados a partir do referencial teórico, que foram apresentados na seção 3, são sintetizados na Tabela 1 (coluna 1), buscando estabelecer com eles, elementos relevantes a respostas iniciais para as questões de pesquisa colocadas (colunas 2, 3 e 4).

Tabela 1. Síntese de aspectos que caracterizam sistemas, interação e experiência socioenativos

Tema	Cérebro, Corpo e Ambiente	Projeto de Artefatos e Cenários	Intersubjetividade e Experiência
1. O conceito de “extensão cognitivo-afetiva” na leitura de Colombetti	-	-	“afetivo” não como “emocional”, mas como sensibilidade, interesse ou preocupação (concern) pela existência de alguém.
2. Sobre Memória e Representação	“corpo subjetivo”, não como objeto no	“memória” não como depósito interno	-

	<p>mundo, mas como meio, ou capacidade que nos revela o mundo. “acoplamento dinâmico contínuo entre corpo e ambiente”.</p>	<p>estático, mas como capacidade de atualizar processos de aprendizagem anteriores.</p>	
<p>3. Fenômenos da Percepção na Teoria Enativista</p>	<p>exemplos clássicos de fenômenos perceptuais (ilusões) mostrados como acoplamento de ambas: estrutura e função no fenômeno da percepção.</p>	-	<p>influência da “cultura” no desenvolvimento do cérebro, diferentemente da explicação da ilusão de ótica como processamento visual inato acontecendo no cérebro.</p>
<p>4. Causalidade Circular (Horizontal e Vertical)</p>	<p>processos orgânicos internos cérebro-organismo (verticais), e processos organismo-ambiente (horizontais), formando uma unidade cooperante.</p>	-	-
<p>5. A quebra do dualismo físico-mental</p>	<p>contraposição da separação entre o fenômeno “mental” e o “físico”; visão enativista da unidade entre o organismo vivo e sua realização (‘enactment’) da vida.</p>	-	-
<p>6. Fundamentos neuronais da ‘embodied’ intersubjetividade</p>	<p>não são só os sistemas biológicos que devem ser entendidos na relação circular brain-organism-(social) environment.</p>	-	<p>desenvolvimento do cérebro humano a partir de relações sociais e culturais; socialidade humana como dependente da intercorporeidade.</p>

7. Cérebro e Cultura: o Aspecto Semiótico	usamos itens em nosso ambiente não apenas como objetos, mas como carregadores de símbolos e informações compartilhados que influenciam nossa “embodied memory”.	-	produtos da cultura não são fenômenos produzidos no cérebro; são fenômenos “shaping” o cérebro.
8. Funções Humanas e Funções da Máquina	as funções vivas - ao contrário das funções das máquinas - não são montadas a partir de estruturas ou processos parciais. São a condição para o desenvolvimento dos órgãos por meio dos quais são realizadas.	a tomada de decisão não é determinada por processos neuronais; mas atividade de um sujeito corporificado com capacidades de inibição e reflexão.	-
9. Cérebro, Organismo e Ambiente como Unidade Dinâmica	abordagem ecológica, baseada em conceitos de embodied and enactive cognition, que concebe cérebro, organismo e ambiente em sua unidade dinâmica.	-	níveis de processos neuronais: macro - psicossociais ou interações de pessoas; meso - interações cérebro individual, organismo e ambiente; micro - processos neuronais e moleculares no cérebro.

A Tabela 1 nos revela vários aspectos relevantes aos objetivos deste trabalho, sintetizados a seguir:

1. A literatura estudada cobriu bem o que era buscado com relação ao entendimento do “living system” na abordagem enativista; os destaques da coluna 1, presentes em quase todos os temas que emergiram do estudo, revelam aspectos da relação cérebro-corpo-ambiente relevantes à caracterização da experiência socioenativa.

2. Essa mesma literatura revelou, na coluna 2 pouco explorada, que aspectos de cenários e ambientes tecnológicos ainda estão ausentes da discussão na literatura; entendemos que o design de tais artefatos e cenários tecnológicos ‘intermediam’ o acoplamento (físico-digital-social) sujeitos-ambiente, lacuna sendo explorada no Projeto Socioenativos.
3. Ainda, a Tabela revela a robustez dos aspectos teórico-filosóficos (colunas 1 e 3); ao mesmo tempo, a pouca discussão de ordem prática da tecnologia digital e suas implicações (coluna 2), para além da visão cognitivista do computador (sistema computacional digital clássico), corroborando com a lacuna apontada no item anterior.
4. Aspectos da intersubjetividade (coluna 3) são mais presentes nos níveis micro e meso; aspectos do ‘social’ em nível mais alto de abstração (macro) ainda estão pouco presentes, possivelmente como consequência da ausência de considerações de ordem prática de novos ambientes computacionais (por exemplo ubíquos, pervasivos), como apontado anteriormente.
5. Aspectos afetivo-emocionais são ainda pouco tratados, para além da afetividade de Colombetti; novos cenários da tecnologia ubíqua e pervasiva, por exemplo em contextos sensíveis (como o de hospitais) podem revelar fenômenos afetivo-psico-sociais relevantes ao estudo de sistemas, interação e experiência socioenativa.
6. A ubiquidade tecnológica (no ambiente social-computacional) pode ser fator desencadeador dos desafios e ausências apontadas nos itens anteriores, relevantes para o estudo de sistemas que estamos chamando socioenativos.

5. Conclusão

A base conceitual do cognitivismo não dá conta de explicar os fenômenos que acontecem quando se considera a interação de pessoas em (e com) ambientes baseados em tecnologias ubíquas e pervasivas. Isso porque os fenômenos da interação em tais ambientes exigem a consideração da pessoa como um todo (em sua corporeidade, afetividade, intersubjetividade, sociabilidade), não apenas em seus “modelos mentais” de como funcionam tais sistemas ou como interagir com eles. Neste Relatório Técnico exploramos as bases teóricas da abordagem enativista da Ciência Cognitiva para entender a relação cérebro-corpo-ambiente no contexto de ambientes computacionais de tecnologia ubíqua e pervasiva. Os achados são discutidos relativos a sua relevância a aspectos do design de

artefatos e cenários para interação social-física-digital, que estamos caracterizando como ‘Sistemas Socioenativos’.

Agradecimentos

Agradecemos aos apoiadores desta pesquisa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) nº 2015/16528-0 e nº 2020/04242-2; o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) nº 310854/2019-9 e nº 304708/2020-8, a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e aos Pesquisadores do Projeto Socioenativos, que compartilharam os momentos de Leitura e Discussão de Referenciais Teóricos do Projeto.

Referências

- Baranauskas, M. C. C., Mendoza, Y. L. M., & Duarte, E. F. (2021). Designing for a socioenactive experience: A case study in an educational workshop on deep time. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100287>.
- Caceffo, R., Gonçalves, D. A., Bonacin, R., Reis, J. C., Valente, J. A., & Baranauskas, M. C. C. (2022). Children’s Social Interactions Within a Socioenactive Scenario. *Computers & Education*, 176, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104324>.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis* 58:7–19.
- Colombetti, G. (2017). Enactive Affectivity, Extended. *Topoi* 36, 445-455.
- Dewey, J. (1896). The reflex arc concept in psychology. *Psychological Review* 3: 357–370.
- Di Paolo EA (2005). Autopoiesis, adaptivity, teleology, agency. *Phenomenol. Cognit. Sci.* 4:429–452
- Duarte, E. F. & Baranauskas, M. C. C. (2022). Experience-Based Constructionism as a Basis for HCI Education: A Case Study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v.1, p.1 - 21. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2121783>.
- Fuchs, T. (2018). *Ecology of the Brain - The Phenomenology and Biology of the Embodied Mind*. Oxford University Press.

- Gregory, R. L. (1966). *Eye and brain: The psychology of seeing*. New York: McGraw Hill.
- Ingold, T. (2015). *Estar Vivo - Ensaio Sobre Movimento, Conhecimento e Descrição*. Editora Vozes, 392p.
- Maturana H.R. & Varela F. J. (1980). *Autopoiesis and cognition: the realization of the living*. D. Reidel, Dordrecht.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of perception*. Trans. C. Smith. London: Routledge.
- Thompson E (2007). *Mind in life: biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Harvard University Press, Cambridge
- Valente, J. A., Caceffo, R. E., Bonacin, R., Reis, J. C., Gonçalves, D. A., & Baranauskas, M. C. C. (2021). Embodied-based Environment for Kindergarten Children: revisiting constructionist ideas. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 986-1003. <https://doi.org/10.1111/bjet.13078>.
- Varela, F., Thompson, E. & Rosch, E. (1991/2016). *The embodied mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wittgenstein, L. (1958). *The blue and brown books*. Oxford: Blackwell.