

CONSIDERAÇÕES FILOSÓFICAS SOBRE EXPERIMENTOS DA INTERFACE CÉREBRO MÁQUINA (ICM) EM ANIMAIS E HUMANOS

Rodrigo Luiz Caron¹

Priscila Tetzlaff de Gerone Caron²

...“Visão do cérebro como um verdadeiro simulador da realidade” p. 57

...“ponto de vista do próprio cérebro” p. 53.

...“brainet” p.25

Resumo: A Interface Cérebro Máquina (ICM) em modelos animais, pesquisada por Miguel Nicolelis, é um experimento que traz consigo um arcabouço técnico e extenso no tocante a formulações conceituais e uso de fundamentos interdisciplinares. Neste artigo são analisados dois conceitos centrais desta pesquisa: pensamento e relatividade, e de que modo estão inseridos nas formulações de hipóteses e princípios da neurofisiologia. As disposições de signo destes conceitos, confrontam a lógica explicativa de objeto a partir da formulação linguística, cuja composição é dependente de múltiplas áreas do conhecimento como física, biologia e psicologia. Quando estes conhecimentos são solicitados ao estudo de neurofisiologia em ICM, constituem metáforas e representações delimitadas em uma nova perspectiva híbrida epistêmica e que recompõe conjuntos disciplinares, porém discursada com linguagem convencional.

Palavras-chave: metáforas, representações, pensamento, relatividade, Interface Cérebro Máquina, modelos animais.

Breve Histórico

Em 1978, foi realizado o primeiro implante de visão artificial, desenvolvido por William Doherty, com eletrodo de 68 pinos, conectado ao córtex visual primário de Jerry, portador de cegueira adquirida. Ele experimentava novamente tons e contrastes de claro e escuro. Em 2002, uma segunda geração de ICM visual, foi implantada em Jens Neumann, que conseguiu dirigir um carro ao redor do instituto de pesquisa ⁽¹⁾³. Na universidade de Emory, em Atlanta em 1998, um implante desenvolvido por Philip Kennedy e Roy Bakay, permitiu a interação entre um computador e um homem de 58 anos acometido por AVC com a “síndrome do aprisionamento”, impossibilitado de realizar qualquer movimento motor ⁽²⁾. Em 22 de junho de 2004 ⁽³⁾, Massachusetts, pela Universidade de Brown, foi implantado um eletrodo de 96 pinos na área primária motora do córtex cerebral, relacionada ao movimento do braço, em um rapaz tetraplégico, Matt Nagle ⁽⁴⁾. A técnica foi batizada de *Braingate*, desenvolvida e patenteada pela Cyberkinetics Company, liderada por Donoghue, Schwartz e Andersen. Em maio de 2012⁽⁵⁾, uma mulher de 58 anos e um homem de 66 anos, foram voluntários para experimentar dois braços robóticos a partir de ICM – BrainGate 2, com realização de movimentos complexos e finos. Todas estas ICMs dependem de implantes invasivos ⁽⁶⁾. Outra geração de ICMs não invasivas, originárias dos exames de Eletroencefalografia (EEG), que exige treinamento para controle de ondas cerebrais por parte do usuário, foi desenvolvida em

¹ Professor de Graduação do setor da Saúde da Unibrasil

² Psicóloga Especialista em Psicomotricidade Relacional pelo CIAR

³ Artigo publicado em estado da arte.

meados de 1990 por Niels Birbaumer, na Universidade de Tübingen, na Alemanha⁽⁷⁾. Em agosto de 2014, foi publicada uma pesquisa que descreve o uso de EEG e ETC na formação de interface cérebro – cérebro, que demonstrou de modo rudimentar, a possibilidade da codificação binária da atividade eletromagnética cortical, transmitidas de um cérebro para o outro, formando um circuito virtual entre execução motora e compreensão da linguagem. Duas pessoas separadas por 8 mil KM de distancia, conseguiram trocar duas palavras: "hola" e "ciao". A conclusão sobre o experimento é a de que houve passagem de informações pelo sistema de transmissão artificial, algo como um SMS, cuja resposta desta informação, necessitou ser decodificada a partir de critério digitais em um computador prévio à recepção no cérebro do interlocutor o 8 mil quilômetros de distancia do emissor.

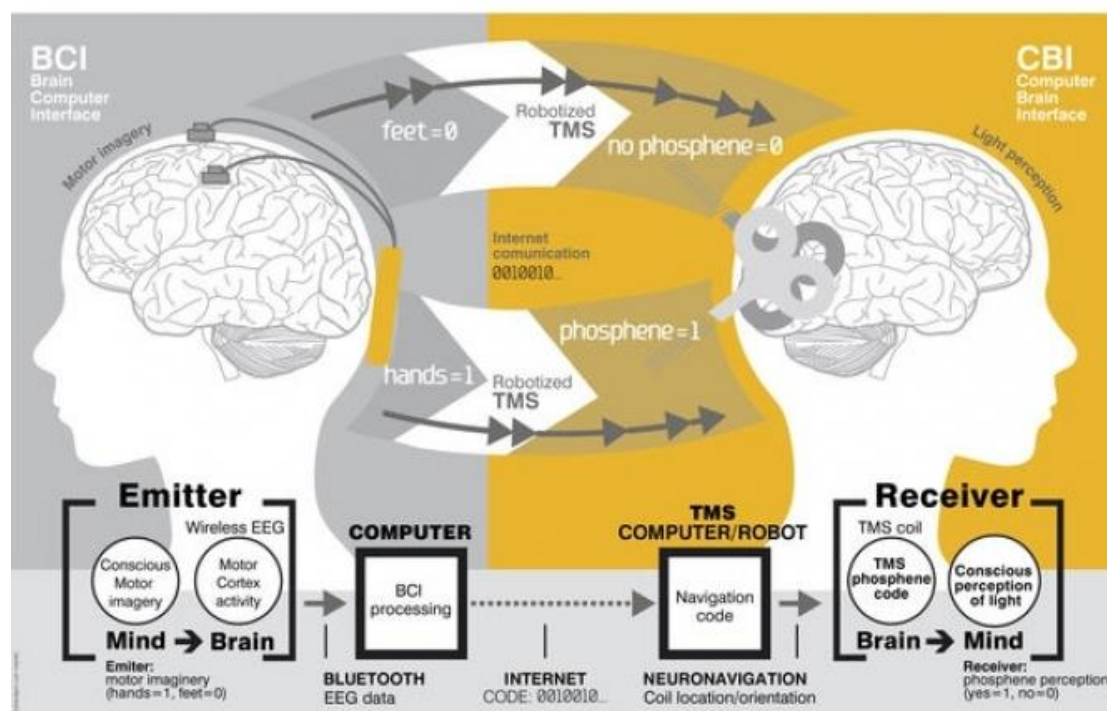


Figura 1. Visão geral do sistema (B2B) comunicação cérebro-cérebro. Do lado esquerdo, o subsistema de EMT é mostrado esquematicamente, incluindo eletrodos no córtex motor e da caixa de amplificador / transmissor do EEG sem fios na tampa. Imagética motora dos códigos de pé valor 1. Na direita o valor do bit valor = 0, dos códigos de mãos Bit valor = 1, o sistema EMT é ilustrado, com destaque para o papel da orientação da bobina para codificar os dois valores de bits. A comunicação entre os componentes do BCI e EMT é mediada pela internet. (Fonte: Grau C, Ginhoux R, Riera A, Nguyen TL, Chauvat H, et al., 2014)

Modelos animais vem sendo utilizados desde 1969, iniciado por Eberhard Fetz, com estudos de controle de deflexão por biofeedback de braços mecânicos, via ICM, com macacos⁽⁸⁾. Nicoletis relata alguns destes eventos como um aporte fundamental as futuras realizações da ICM em humanos⁽⁹⁾.⁴

A ICM, para uso em humanos, relacionada a pesquisa da equipe de Nicoletis⁽¹⁰⁾, só veio a ser publicada, em 2014, no evento de inauguração da copa do mundo do Brasil, com um chute na bola, realizado por um voluntário, Juliano Pinto, 29 anos, paraplégico, utilizando um exoesqueleto robótico com

⁴ Cap 7. Autocontrole (p.352-397)

ICM pelo projeto “Andar de novo”. Condicionada a severas críticas por ex-colegas ⁽¹¹⁾ e referências mundiais sobre o tema ⁽¹²⁾, a publicação foi considerada uma apresentação fantasia, tendo dados da pesquisa ocultos a publicação formal acadêmica.

Modelos de ICM em animal, durante o período de 20 anos, contribuíram para realização das pesquisas anteriores, que potencializou a replicabilidade deste intento para um grau de complexidade maior e mais adaptado às necessidades e funcionalidade humana, dependente de contingências biológicas adaptativas, morais e éticas em discussão ⁽¹³⁾. No entanto, desde seu princípio, este projeto foi alicerçado substancialmente a partir da ideia de que o cérebro pode ser conectado a um eletrodo⁵, que é estimulado pelos impulsos sinápticos de neurônios individuais que em conjunto, formam populações de neurônios do córtex cerebral capazes de gerar ondas sinápticas relevantes para formação de um sinal funcional. Nicolelis chama este fenômeno de *princípio do processamento distribuído*. Decodificar impulsos sinápticos, não significa decodificar o conteúdo de “pensamentos” em sua total natureza, a partir de composições proposicionais motoras, sensitivas e imaginárias, o que nas ICMs, seria apenas o resultado final destas ações, fisiologicamente observáveis. Ou seja, considerando pensamento enquanto conteúdo e não reflexo neurofisiológico, analisamos os conceitos pensamento e relatividade em discussão. Segundo o autor, no futuro, será possível “transmitir” pensamentos originais de cérebros em todo seu conteúdo ontológico em uma internet de interface cerebral, a “brainet”, a partir destes ensaios experimentais neurofisiológicos, predizendo portanto em 2011, o primeiro ensaio que seria realizado em 2014, citado acima na fig. 1.

Pensamento, Relatividade e Interface Cérebro Máquina

O livro: *Muito além do nosso Eu*, de Miguel Nicolelis de 2011, descreve ao público geral, pesquisas que vem acumulando dados desde 1999. Nele, relata procedimentos gerais e específicos, a partir da aplicação de critérios rigorosos com base em evidências neuroanatômico funcionais⁶, sobre modos de leitura de sinais sinápticos do córtex cerebral e o modo mais eficaz e eficiente de conexão entre cérebro e máquina a partir de modelos animais (ratos e macacos). Em resumo, o intento do experimento consiste em conectar componentes eletrônicos (matrizes de multieletródos⁷), conectado a uma porção tópica do córtex cerebral, que por sua vez, enviam sinais a um sistema de aquisição de dados (pela atividade elétrica em alta escala). Em citação, Nicolelis narra o processo de feedback sensorio motor e como isso acontece:

Técnicas de processamento de sinal biológico são aplicadas para traduzir os sinais elétricos neuronais em comandos digitais que podem ser empregados para reproduzir num braço robótico, as intenções motoras voluntárias geradas pelo cérebro. Sinais de retroalimentação visual, tátil e proprioceptivo, gerados

⁵ Nicolelis, 2011, p.159-162

⁶ Método de estudo da relação entre cérebro e comportamento

⁷ A matriz multieletrodo (MEA) é um dispositivo eletrônico utilizado tanto para captação de atividades elétricas extracelulares como para eletroestimulação de grupos de células. MEAs têm sido utilizadas para análises de culturas de neurônios, permitindo uma avaliação da atividade elétrica espontânea dos neurônios. ⁽¹⁴⁾

pelo movimento do braço robótico são transmitidos de volta ao cérebro do operador. (Ibid, p.263)

Sustentado por modelos experimentais da ICM com animais, o autor projeta eventos intrínsecos da relação cérebro causal dos comportamentos e estados mentais proporcionados na ICM em humanos, tais como estar conectado a um sistema de arquivos com dados que contém informações da existência pregressa da família, ou ainda, estar em qualquer lugar do mundo apenas virtualmente acessando sensações deste local. O autor lança mão de metáforas e representações descritivas e explicativas sobre processos e elementos componentes das experimentações com modelos animais, que fundamentam ensaios análogos para a ICM em humanos. Nicolelis, convida o leitor a um momento imaginário futurista, sobre o potencial realizador, ainda recente da ICM e seu uso em pessoas com paralisia, enquanto expectativa imediata e de longo prazo, a partir dos atuais resultados dos experimentos de ICM, antevê que:

...você um dia poderá conversar com uma multidão, fisicamente localizada em qualquer parte do planeta, por meio de uma nova versão da internet (a “brainet”) sem a necessidade de pronunciar ou digitar uma única palavra. (Ib., p.25)

E ainda revela seu desejo de realização preditiva destas pesquisas, posteriormente impedida pelos rigores técnicos da “*ultraconservadora cultura acadêmica*”, como diz o autor:

Nas ultimas três décadas, quase toda vez que um dos meus trabalhos científicos retornou do processo obrigatório de revisão, tive de lidar com a recomendação inevitável dos revisores para remover do manuscrito qualquer fragmentos de pensamento especulativo sobre o potencial futuro das interfaces cérebro-maquina. Durante esses momentos dolorosos, eu geralmente fantasiava sobre o dia em que todas essas ideias poderiam ser resgatadas e liberadas para que outros pudessem examinar e refletir sobre sua validade, mesmo que apenas em teoria. (Ib., p.465662)

Reflexões sobre o que é a mente e justificações fundamentais de seus processos e interações no mundo, remetem a necessidade de uma contemplação imaginária, sobre como pode vir a ocorrer a transmissão de *pensamentos* pela ICM. Tal reflexão, vai além da simples da leitura mecânica de input/output de sinais elétricos em múltiplas sinapses neurais, via transdução⁸, em dados computados por uma máquina. No intuito de transmitir esta realidade, é necessária uma linguagem, que explique as ocorrências desta realidade, represente elementos e descreva os fenômenos observados, para que estabeleça uma pragmática. Este conjunto de recursos, permite a interpretação desta realidade e sobre o que o observador esta dizendo sobre ela. No texto do livro são encontradas mais de 90 menções da palavra *pensamento*, contextualizada como substantivo integrado ao substrato fisio-biológico, transmissível como um *pensamento* composto em conteúdo, forma e qualidade, como parece referir o autor. Em

⁸ Conceito que refere ao processamento de uma informação ou aspecto físico em outro: eg. de onda eletromagnética (Luz) para sinal elétrico na retina.

contrapartida, ha poucas menções de cognição enquanto conceito descritor de processos comportamentais causais relacionadas as estruturas cerebrais em ICM.⁹ Por que será?

Desde uma perspectiva cognitivista clássica, representações gráficas podem ser codificados por cálculos como “0” e “1” em uma matriz mecânica ou elétrica, cuja organização e armazenagem destes dados elementares, compõe combinações de vários conjuntos de “0” e “1” que formam algoritmos dinâmicos, que podem processar estes sinais para qualquer outra forma de informação representativa, a partir de imagens gráficas, sons ou textos como este digitado. A tradução de sinais elétricos do córtex para qualquer outra forma de representação, pode ser interpretado no texto do livro como *pensamento* que “sai” do cérebro e ocasiona uma ação. A consideração cognitivista implícita aqui, não convém como subsídio teórico à explícita busca por uma concisa explicação sobre *como* o cérebro funciona em termos computacionais. Portanto, ao longo das investigações neurofisiológicas, Nicolelis emprega a noção de um cérebro relativístico, assim compreendido pelos experimentos neurofisiológicos enquanto argumento que define a relação entre pensamento e cérebro [...*pelos quais o pensamento é esculpido...que permite a fusão do espaço e do tempo neuronais, de modo a torcer e curvar as contribuições dos múltiplos circuitos neuronais que formam um cérebro humano* (Ib.,434), em dois aspectos:

Entre sentidos e cérebro:

[...existe apenas um modelo neural do mundo; uma simulação que é continuamente atualizada pela constante colisão do estado interno dinâmico do cérebro e os sinais sensoriais gerados pela periferia do corpo, que coincidem ou não com as previsões e expectativas produzidas por esse modelo.(Ib., p.480);

e enquanto método investigativo:

[...para obter uma explicação satisfatória dos mecanismos que geram a consciência e uma mente ciente de si mesma a partir de uma massa de tecido neural, proponho que os neurofisiologistas de sistemas transfiram seu foco para longe dessas meras miragens do processo de desenvolvimento e passem a seguir mais proximamente o vaivém das ondas do oceano elétrico neural.(ib.,p.482)

Na concepção experimental da ICM, em que ondas cerebrais são compreendidas como pensamentos, apenas restava traduzir estas ondas em sinais computacionais, que o autor condiciona ao terceiro princípio da fisiologia de populações neurais: *princípio do processamento distribuído*. Há um hiato fenomenológico entre pensamento enquanto conteúdo e significado e a informação mediada a partir da detecção de sinais elétricos, interpretados a partir de uma regra algorítmica computada, que, por sua vez, é traduzida em informação computada para comandos de execução robótica a um braço mecânico. Nicolelis atribui através dos seguintes anunciados, pontes para cobrir o hiato sobre o comportamento do braço mecânico comandado diretamente pelo “pensamento” no córtex cerebral de Aurora, a macaca da noite:

⁹ Ib., p.28, 350, 390, 457.

Aurora liberta a sua mente (Ib.,343)
Compartilhar sua mais preciosa possessão – seus pensamentos
(Ib.,344)
...pensamentos motores gerados pelo cérebro... (Ib.,347)

Nestas situações, a verificabilidade sobre as reações esperadas, são atribuídas a uma causa, que como vimos, tem relação direta com o cérebro. E no cérebro, mais especificamente nas ondas sinápticas, está o pensamento sugerido. Isto não significa que a natureza fenomenológica em forma e conteúdo do pensamento, considerando as origens do significado linguístico de pensamento, esteja no braço mecânico ou no córtex do animal.

Em outras palavras, como se fosse possível um sonho, ou uma ideia ou raciocínio complexo ser transmitido via conexão direta do cérebro (o emissor e formulador) para um computador (o receptor e tradutor), assim como, uma experiência profética. A interpretação do sonho do rei Nabucodonosor por Daniel, representa esta ideia, que sem ouvir o relato da primeira pessoa do sonhador, se coloca em oração a Deus e experimenta a revelação “via direta” do conteúdo onírico vivenciado por seu verdugo em ocasião¹⁰. O problema da palavra *pensamento*, pode ser apenas de definição de uso. Considerando que não há um uso estrito deste conceito no livro, mencionado portanto, a partir de uma linguagem universal, a palavra pensamento é compreendida como uma experiência privada em primeira pessoa, enquanto conteúdo e restrito pelo comportamento não verbal, e verbal, pelo uso de código linguístico. Tais ações, permitem expressões correspondentes a algo no mundo sensível que possa ser compartilhado como informação. Algumas menções etimológicas da palavra pensamento, referem derivação de denominações originais de pensamento como peso, cuidar, tratar, curar. Talvez a mais interessante, *penso*, no sentido de estar pendurado ou apoiado em algo. Algo assim como sinapses nas quais se apoiam pensamentos (*tokens*). Esta interpretação, pode sugerir uma ideografia dualizada do ato de pensar.

Afora considerações introdutórias ao assunto técnico explicativo da ICM, cujas formulações apresentam representações originárias de áreas diversas do conhecimento, como será tratado a seguir sobre *hipóteses* e *princípios*, as demais metáforas e representações utilizados por Nicolelis, apresentam caráter estético, ilustrativo, imaginário, representativo e em modo universal do uso da linguagem.

Referente ao conceito de *cérebro relativístico*, há também muitas discussões no que tange afirmações a relevância ao que esse termo quer dizer. Nicolelis levanta argumentos, refutações, tangendo alcances e limites de sua hipótese¹¹, posto aqui em recorte a partir de uma representação

Proponho que, como se fosse um time de futebol, formado por bilhões de jogadores medianamente relacionados um com o

¹⁰ Livro de Daniel (NTLH): Nabucodonosor teve um sonho (Daniel 2:1-13), Daniel aceita o desafio (Daniel 2:14-30); Daniel revela o sonho do rei (Daniel 2:31-35); Daniel revela o significado do sonho (Daniel 2:36-45).⁽¹⁵⁾

¹¹ Nicolelis desenvolve uma discussão filosófica sobre o conceito (p.442-455). Faz menção a Maria Baghramian, que atributos do cérebro relativístico: *dependência contextual*, *dependência mental* e *perspectivalismo*. Em sequência parte para discussão da relatividade no campo da física.

outro, dado um conjunto de limites e restrições fixas e uma ordem para produzir um determinado tipo de comportamento-dentro de um estado dinâmico cerebral particular e um contexto ambiental específico, o cérebro relativista seleciona, a partir de um enorme universo de possibilidades, grupos de padrões espaçotemporais de atividade elétrica de populações neurais que seriam potencialmente capazes de realizar a tarefa em questão (p. 451-452).

Em sequência, o autor redefine sua representação de *domínio espacial*, sobre o que se refere como espaço nesta metáfora: “*Aqui quando me refiro ao ‘domínio espacial’, quero dizer a massa tridimensional de neurônios (a bola do modelo da bola e do arame), que em um momento no tempo é recrutada para realizar um objetivo.*” (Ib.,452).

Tanto o conceito *pensamento* quanto *relativístico*, tendem a gerar inconsistência lógica, ou seja, o primeiro, enquanto interpretação sobre um conjunto de processos interdependentes, e não apenas algo que é reconhecido em sua totalidade apenas pelas suas expressões parciais como a linguagem; o segundo no tocante a definição de algo como sendo dinâmico, conciso em relação a uma anatomia causal de processos, porém seletivo, se não quase aleatório, em relação ao conjunto de eventos que podem estar se formando, ao que pode se denominar também como pensamento. Ou seja, sua consistência somente é possível quando condicionada a um dado eventual ou fato observável, direta ou indiretamente. A interpretação experimental, não consegue evitar o problema da consciência, referente as inferências sobre a condição subjetiva do animal em experimento:

Aurora liberta a sua mente (Ib.,343)

Compartilhar sua mais preciosa possessão – seus pensamentos
(Ib.,344)

...pensamentos motores gerados pelo cérebro... (Ib.,347)

Teixeira ⁽¹⁶⁾ levanta algumas objeções a postura reducionista da mente ou o fisicalismo, o qual identificamos como o utilizado como postura de interpretação nos eventos em ICM. Seu pressuposto infere a seguinte equação: estados mentais = estados cerebrais = estados físicos, onde as propriedades físico-químicas são os principais elementos de investigação e desembocam no funcionamento e estrutura da transmissão de sinais como no processo denominado *lock and key* (chave e fechadura), permitindo uma dinâmica e constante troca de cargas químicas e elétricas. Não se sabe o que determina que certos circuitos, ao mesmo tempo que outro não ativam, façam-se e desfaçam-se continuamente no cérebro. Teixeira (p.74) afirma que: ...pensar dependeria, assim, não só dos neurônios como também das reações químicas que poderiam se estabelecer entre eles.

O problema da tradução entre estados químicos e físicos para estados psicológicos geraria alguns outros problemas, como as influências da relação ambiental direta com o sistema nervoso sem interação consciente. Teixeira se utiliza do conceito *explanatory gap*, ou *hiato explicativo*, desenvolvido por Joseph Levine (1983) ⁽¹⁷⁾, revelando o problema em criar explicações tradutórias entre os processos físico-químicos e da biologia cerebral em ações e processos mentais, inerentes ao *hard problem* da consciência. Diz Teixeira:

[...mesmo que alguém encontre os correlatos neurais do pensamento, isto ainda sim não explica como se passa desses correlatos neurais para características específicas que constituem um determinado conteúdo mental.[...O explanatory gap torna-se mais evidente quando se tenta dar um passo a mais e se busca explicar, por exemplo, a natureza dos estados mentais conscientes em termos de seus correlatos neurofisiológicos. (2011, p.76)

A busca por uma conexão forte, inteligível e explicativa entre eventos neurais e eventos conscientes é frustrada quando “nenhum elemento físico presente no cérebro implica na produção da consciência” (Ibid., p.76). Esta consideração a postura fisicalista, indispõe as conclusões projetadas ao futuro de uma “brainet”, quando baseada na perspectiva de populações neurais¹², e sua produção sináptica ondulatória como representante de estados conscientes ou pensamentos.

Portanto, para se obter um panorama de um conjunto de processos complexos, semanticamente coerentes, nesta teoria, seria necessário assimilar o conteúdo de pensamentos provindos de uma fonte externa ao cérebro, algo similar a um software sendo instalado a um computador, não somente em representação, mas sim a partir da assimilação direta de códigos proposicionais e substanciais para se dizer que são pensamentos.

A multiplicidade de conceitos utilizados ao argumento descritivo da experiência da ICM, apresentam distinções em suas origens epistêmicas. São derivadas da biologia, física, psicologia e uma área híbrida, recentemente relacionada as ciências cognitivas, que é a informática, justificada pela Teoria da Informação¹³, emancipada como uma alternativa epistêmica ao cognitivismo clássico e ao connexionismo cognitivo. Estes conceitos são constituídos em termos descritivos e explicativos, a partir de uma categoria de eventos. São justificados por uma lógica formal do conhecimento específico ao seu objeto de investigação e validado por um método constituído de elementos particulares da natureza da investigação requerida pelo objeto investigado, ou seja, o pensamento em ação e sua causação. Em sua sintaxe, estes elementos nem sempre compartilham similaridades e muito menos lógica. São compreendidos apenas por analogias ou comparações semânticas ou verossimilhança.

Para a refutação destes elementos comunicacionais dos experimentos em ICM, é analisada a hipótese do cérebro relativista, referente texto do livro *Muito além do nosso Eu*.

Hipótese do cérebro Relativista

*Quando confrontado com novas formas de obter informações sobre a estatística do mundo que o cerca, o cérebro de um individuo assimila imediatamente essa estatística, **da mesma forma que** os sensores e as ferramentas utilizadas para obtê-las. Desse processo resulta um novo modelo neural do mundo, uma nova simulação neural da noção de corpo e uma nova série de limites e fronteiras que definem a percepção de realidade e o senso*

¹² Objeto de estudo das neurociências sistêmicas.

¹³ Os autores detalham o início distintivo desta nova perspectiva a partir dos conceitos antirepresentacionismo, informação ecológica e o uso de affordance $\cong$ complementariedade (Gibson, 1986), p. 144-148. ⁽¹⁹⁾

de eu. Esse novo modelo cerebral será testado e remodelado continuamente, por toda a vida desse indivíduo. Como a quantidade total de energia que o cérebro consome e a velocidade máxima de disparo dos neurônios são fixas, propõe que, durante a operação do cérebro, tanto o espaço como o tempo neuronal são relativizados de acordo com essas constantes biológicas. (Ib., p. 386)

Física

Relativista: Distinguem duas teorias, a relatividade restrita e a relatividade generalizada ou geral. [... Cada acontecimento necessita de um referencial quadridimensional para ser localizado no universo; neste referencial, três das coordenadas são espaciais e uma é temporal, e o conjunto de pontos neste espaço de quatro dimensões constitui o contínuo espaço-tempo. Os fenômenos físicos, portanto, são descritos neste contínuo e não no espaço tridimensional. [... o tempo não tem um caráter absoluto, mas assume um caráter local, próprio e específico de cada referencial (p.308-309) ⁽¹⁸⁾.

Para Nicoletis, há a possibilidade de que a realidade percebida por ratos em seu experimento hipotético, possa ser correspondido por campos magnéticos, em que a dimensionalização desses campos formam a realidade tangível para estes animais¹⁴. Em outras palavras, seus sentidos relativísticos os guiam por linhas magnéticas.

A hipótese sensorial substituível, apresenta um problema de transdução: como é possível um cérebro estabelecer a representação de algo que biologicamente não dispõe correspondência ambiental? Modelos instrumentais, são causais e lineares em relação ao registro e processamento no espaço e no tempo. Esta redução, com base em modelo computacional, desqualifica a construção da hipótese relativista, ou seja, de uma atividade variável no tempo.

Deste modo podemos apenas conjecturar que a cada atividade que ocorre no ambiente (ação temporal objetiva), há atividade correspondente no cérebro.

Discussão

Metáforas e representações a partir dos conceitos *pensamento* e *relativístico*, para uso da hipótese funcional do sistema nervoso central em ICMs, sugerem a tentativa de aproximação entre elementos inconciliáveis desde o dualismo platônico (corpo - alma). A equação pensamento = atividade neurofisiológica, ou isomorfismo cérebro causal, no entanto, se mantêm distante de uma representação icônica, pela ausência própria do objeto cognoscível de sua cognição, ou seja, o pensamento. O conceito relativístico, por sua vez, é posto para preencher quesitos da característica morfofuncional do cérebro experimental em ICMs. As considerações sobre a linguagem, a partir de observações experimentais em primatas, ainda são insuficientes para descrever e explicar a totalidade da experiência da ICM.

Modelos e representações a partir dos conceitos *pensamento* e *relativístico*, descritas pelo autor, se enquadram como signos com o propósito de suportar todo o resultado da complexidade de ocorrências desta

¹⁴ Ib. p. 256-257

experiência, imbuído apenas por sinais denominativos diante reflexão experimental. Ou seja, não há detecção de *pensamentos* e nem há algo relativizável a ser diretamente assim considerado em sinais sinápticos, a não ser apenas por convenção sobre a necessidade explicativa causal. Ainda que considerado pelo autor como expressão de resultado de estados fisiológicos, os dois conceitos acima analisados, estão ajustados a uma linguagem natural que pressupõe a existência do mental. No entanto, esta conceituação, por um lado, simboliza ampla margem de significações, desde uma abordagem estrita em experimentos desta ordem, a qual não é demonstrada como pretendida por Nicolelis diante da interpretação sobre os experimentos da ICM.

O experimento de 2014, Brain to Brain ⁽²⁰⁾, descreve os eventos em ICM com a mesma caracterização problemática de linguagem dos experimentos de Nicolelis, com o agravante da função de linguagem como inferência sobre processo cerebral. decodificação expressa e recebida entre cérebros como linguagem simbólica, sem o uso da linguagem produzida oralmente ou adição receptível pelos ouvidos. Ou seja sinais emitidos, transdução e recepção de informações via impulsos sinápticos motores-eletromagnético (recebido) – transdução elétrico informacional – transmissão informacional (dados codificados em 0 e 1) – interpretação de dados – emissão de onda eletromagnética hiperconcentrada - recepção sensível neurológica – visualização de luz. Podemos questionar se há pensamento falado ou há código interpretado por pensamento? Portanto, não apenas o uso da linguagem mas também o significado do que é interpretado no experimento em ICM, podem conter falácias mereológicas.

Referências

- 1 -DOBELLE, W. H. (1999). Artificial Vision for the Blind by Connecting a Television Camera to the Visual Cortex. December 1, New York, NY.
- 2 -STANLEY, GB; LI, FF; DAN, Y (1999). Reconstruction of natural scenes from ensemble responses in the lateral geniculate nucleus. Journal of Neuroscience 19(18): 8036–42.
- 3 -<http://goo.gl/T2W5f9> - Acessado em outubro de 2014
- 4 -HOCHBERG L.R, et al. (2006). Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia. Nature 442 ;164–171.
- 5 -<http://goo.gl/BeP0iL> - Acessado em outubro de 2014
- 6 -HOCHBERG, L. R. (2014) et al. Reach and Grasp by People with Tetraplegia Using a Neurally Controlled Robotic Arm. Nature 485.7398: 2012 p.372–375. PMC. Web. 20 Nov.
- 7 -HINTERBERGER, T.; KÜBLER, A.; KAISER, J.; NEUMANN, N.; BIRBAUMER, N. (2003) "A brain–computer interface (BCI) for the locked-in: Comparison of different EEG classifications for the thought translation device". Clinical Neurophysiology 114 (3): p.416–25
- 8 -FETZ, E. E. (1969). "Operant Conditioning of Cortical Unit Activity". Science 163(3870): 955–8.
- 9 -NICOLELIS, M.A.L. (2011). Muito além do nosso eu. A nova neurociência que une cérebro e máquinas – e como ela pode mudar as nossas vidas. São Paulo: Companhia das Letras.

10 -<http://www.nicolelislab.net/> - Acessado em outubro de 2014

11 -<http://goo.gl/EnaOPf> - Acessado em outubro de 2014

12 -<http://goo.gl/NCFnYh> - Acessado em outubro de 2014

13 -Trimper, J. B., Wolpe, P. R., & Rommelfanger, K. S. (2014). When “I” becomes “We”: ethical implications of emerging brain-to-brain interfacing technologies.*Frontiers in Neuroengineering*, 7, 4. <http://doi.org/10.3389/fneng.2014.00004>

14 -CARDOSO, R. R. (2010). Estudo de Sinais de Matrizes Multieletrodo (MEAs) em Termos do Janelamento. Uberlândia: FEELTUFU. Acessado em: 05/11/2014 - <http://goo.gl/Ecsj8e>

15 -BÍBLIA (2011). PORTUGUES. Biblia Sagrada. NTLH. Local: SBB,. 1192p.

16 -TEIXEIRA, J. F. (2000). Mente, Cérebro & Cognição. Petrópolis, RJ. Vozes,.

17 -LEVINE, J; (1983). "Materialism and Qualia: the Explanatory Gap" in Pacific Philosophical Quarterly, Vol 64. Pp 354-361.

18 -MACEDO, H. (1976). Dicionário de Física. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira S.A.

19 -GIBSON, J. J. (1986) The ecological approach to visual perception. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, Inc. (Original work published 1979)

20 -GRAU C, GINHOUX R, RIERA A, NGUYEN TL, CHAUVAT H, et al. (2014) Conscious Brain-to-Brain Communication in Humans Using Non-Invasive Technologies.PLoS ONE 9(8): e105225. doi: 10.1371/journal.pone.0105225