



**HAL**  
open science

## La cognition sociale au-delà du cerveau : une cognition inclusive

P.-A Joseph, B Glize, M Cogné, E Sorita, H. Sauzéon

► **To cite this version:**

P.-A Joseph, B Glize, M Cogné, E Sorita, H. Sauzéon. La cognition sociale au-delà du cerveau : une cognition inclusive. Jean-Michel Mazaux; P-A Joseph; A Prouteau; V Brun. La cognition sociale, Sauramps Médical pp.135-142, 2016, 979-10-303-0048-2. hal-01610541

**HAL Id: hal-01610541**

**<https://inria.hal.science/hal-01610541v1>**

Submitted on 4 Oct 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La cognition sociale au-delà du cerveau : une cognition inclusive.

P.-A. Joseph<sup>1,2</sup>, B. Glize<sup>1,2</sup>, M. Cogné<sup>1,2</sup>, E. Sorita<sup>1,2</sup>, H. Sauzéon<sup>2,3</sup>

1 Service de MPR Groupe Pellegrin CHU de Bordeaux 33076 Bordeaux

2 Université de Bordeaux EA 4136 Handicap Activité Cognition Santé CS 61292 33076

Bordeaux

3 Equipe Projet Phoenix, INRIA Aquitaine 33405 Talence

## Résumé

La cognition sociale s'intéresse à la façon dont le comportement et la cognition sont influencés par le comportement d'autrui, mais aussi l'environnement social, les conditions matérielles construites et naturelles. Cet environnement est un facteur clé du déroulement dynamique de l'activité et de l'adaptation du comportement humain, mais il induit également des transformations durables des systèmes cognitifs cérébraux. Nous l'abordons dans cet article de façon assez large d'abord à travers son interaction dans les processus sensorimoteurs et l'activité, puis des modulations et du traitement des informations sensorielles, enfin de façon plus intégrative à travers la construction cognitive de l'identité individuelle et de la cognition située, c'est-à-dire de l'influence des facteurs externes au cerveau dans l'interaction et dans son utilisation de ces données externes. L'évolution du cerveau cognitif en fonction de notre environnement est une question souvent évoquée, qui se pose aujourd'hui avec plus d'acuité avec les modifications rapides de nos sociétés et leur utilisation de nouvelles technologies comme celles liées à la révolution numérique. La cognition sociale et ses éléments environnementaux sont un facteur clé de l'autonomie cognitive et de l'adaptation de l'individu, de ce fait déterminante pour son inclusion satisfaisante dans les groupes humains.

Les humains occupent entre un tiers et les trois quarts de leur temps d'éveil en interaction sociale [26] qui constitue donc une dimension importante de notre fonctionnement cérébral. La cognition sociale s'intéresse à la façon dont l'individu se donne du sens et en donne à autrui –notamment à travers les données sur la théorie de l'esprit– mais aussi plus généralement à l'étude du comportement et de la cognition, tels qu'ils sont influencés par le comportement des autres et les facteurs d'environnement social. Cependant l'approche clinique et neuroscientifique de la cognition sociale s'est longtemps principalement focalisée sur l'étude individuelle, les bases cérébrales et les processus cognitifs centraux qui la supportent [37]. Le développement des neurosciences sociales conduit à identifier les bases cérébrales de la cognition sociale et des corrélats neurobiologiques/neurophysiologiques des régulations liées au contexte social chez l'homme. L'activité et le comportement humain mettent en jeu des phénomènes interindividuels d'interaction complexe, où la référence à l'expérience et la modulation des réponses aux stimuli de l'environnement par les réseaux cérébraux engagent des processus d'association, d'intégration multimodale, d'anticipation et d'inférence [2]. Mais au-delà de ces mécanismes, l'environnement humain et matériel fait sens et est le plus souvent construit et organisé. On peut être surpris que relativement peu de recherches basées sur l'étude comportementale en situation aient été faites pour comprendre les mécanismes en cause et pour conduire à des adaptations de l'individu mais aussi de son environnement [5, 7]. Aujourd'hui plus nombreux, les travaux conduits dans le cadre de la psychologie sociale permettent de compléter et dans plusieurs cas de réviser nos connaissances sur le système cognitif. Ainsi certains processus cognitifs longtemps jugés fortement automatiques comme le traitement lexical/sémantique de mots isolés s'expriment en réalité de manière différenciée selon que l'individu est ou non placé en présence de ses semblables. Plus généralement, les performances cognitives de l'enfant comme celles de l'adulte jeune ou âgé s'avèrent liées non seulement aux compétences du sujet mais aussi à la signification évaluative et émotionnelle qu'il attribue à l'activité cible et/ou à son contexte de traitement. Dans le cadre du contrôle attentionnel et des fonctions exécutives, les relations entre l'émotion et les processus liés au jugement et à la décision ont été soulignées par Damasio mais s'organisent d'une façon plus complexe et régulée qu'initialement envisagé. Les travaux de la psychologie sociale mettent aussi en évidence les mécanismes complexes de catégorisation et de comparaison qui régulent la perception de soi et

d'autrui, l'identité sociale et les relations entre groupes, comme en particulier les biais de favoritisme intragroupe et les discriminations ou le rejet social.

### **Les liens entre motricité et cognition sociale**

La cognition est appréhendée par les tiers mais aussi expérimentée par la personne à travers sa traduction en activité sensorimotrice dynamique, et la connaissance du monde s'effectue non seulement à travers notre activité neuronale, mais d'abord via les conséquences répondant à notre activité corporelle [37]. La médiation corporelle « obligée » a un effet contraignant mais aussi de régulation et de distribution de l'activité cognitive. Sous ce dernier aspect elle peut être un élément de réduction de la charge cognitive, comme on peut l'observer dans des tâches motrices complexes impliquant le maintien postural ou le déplacement.

William James [6] pensait qu'une émotion naît lorsqu'il y a une activité corporelle en réponse à un stimulus émotionnel. Il écrivait : « Ma théorie soutient au contraire que les changements corporels suivent immédiatement la perception du fait excitant et que le sentiment que nous avons de ces changements, à mesure qu'ils se produisent, c'est l'émotion ». Les liens entre motricité, corps et cognition sont plus importants que cela a le plus souvent été évoqué. Il en existe bien sûr des supports cérébraux comme les neurones miroirs à la fois associés à la conduite d'une action, mais aussi à la conduite par un autre individu d'une action [33]. Comme l'a montré McNeill [24] la gestualité qui accompagne nos échanges verbaux a non seulement un rôle d'enrichissement de la communication mais elle favorise le processus de langage lui-même. Les travaux du groupe de F. Pulvermuller [32] ont montré la communauté des réseaux supportant la motricité et ceux du langage, comme ceux de la main et des mots abstraits liés aux émotions [14]. De la même façon l'orientation visuelle est guidée par l'action et les mouvements du corps et cette intégration du contrôle moteur participe beaucoup plus au traitement de l'information visuelle que le laissent supposer les modèles classiques de la cognition visuelle [29, 34]. Enfin des processus cognitifs tels celui de la récupération mnésique sont favorisés par l'activité motrice impliquant notre corps mais aussi des objets de notre environnement [13].

Les approches développées en psychologie sociale et en psychologie cognitive à travers l' « embodied cognition » (cognition incarnée/ embodiment) ou « grounded cognition » font référence aux pensées, aux sentiments et aux comportements basés sur nos expériences sensorielles et sur nos positions corporelles [4, 30] . Elles sont le support d'aspects généralement associés à notre vie quotidienne, tels que notre façon de bouger, de parler et de se développer. Ce processus d'embodiment peut être dissocié en deux facettes :

- La première, « *bottom-up* », explique la manière dont les informations provenant du corps influencent notre cognition ;
- La seconde, « *top-down* », correspond à la manière dont notre cognition va influencer nos mouvements corporels et notre activité motrice.

Malgré ces éléments faut souligner que l'action motrice n'est pas nécessaire au maintien, au développement ou à la qualité de la cognition sociale comme le suggèrent les études chez les sujets victimes de Locked-in syndrome qui conservent une qualité de vie comparable aux sujets valides et les mêmes capacités dans la cognition sociale et identitaire [23]. Des données similaires ont été rapportées dans le contexte de la paralysie cérébrale [28].

### **Les liens entre sensorialité et cognition sociale**

Au-delà de ses liens avec la motricité, le traitement lui-même de l'information sensorielle fait intervenir des éléments liés à l'environnement. On peut donner l'exemple de l'information visuelle, où les données parcellaires et en deux dimensions fournies par la rétine sont traitées non pas de façon statique mais dans le contexte d'un environnement riche et en déplacement. Le système cognitif identifie les invariants et permet ainsi de distinguer les effets induits par le sujet ou significatifs dans ses finalités propres [20]. Dans l'identification d'une scène visuelle le sujet se fonde sur les données de son environnement, ainsi l'éclairage est supposé venir d'en haut. Ainsi, conjointement, plusieurs canaux de traitement fonctionnent en parallèle, convergent pour construire des images perceptuelles intégrant forme, couleur,

mouvement, elles même intégrées à un niveau supérieur dans le contexte informationnel et relationnel du moment, ou à l'activité en cours (adaptation des mouvements du corps à l'environnement, marche, préhension, etc.).

Le traitement sensoriel n'est pas seulement lié à l'action mais engage également des processus de reconnaissance et de fixation mnésique. Dans le champ de l'interaction sociale, la reconnaissance émotionnelle des visages est un des aspects qui a été le plus exploré.

L'organisation du système nerveux lui permet de représenter des relations spécifiques entre des représentations sensorielles et des concepts abstraits et connaissances sociales. Ceux-ci résultent d'intégrations complexes d'éléments physiques externes et d'événements introspectifs non modaux [4]. Mesulam [27] a montré l'organisation cérébrale qui permet à partir du traitement d'informations sensorielles unimodales visuelles ou auditives d'interagir avec les systèmes émotionnels, intéroceptifs, mais aussi de les relier à notre environnement et a illustré leur impact sur des fonctions cognitives aussi diverses que la reconnaissance faciale, le langage et les mots, la mémoire épisodique, la mémoire de travail, l'imagerie mentale...

Adolphs et Damasio ont montré le rôle de l'amygdale dans le réseau d'identification des émotions et le jugement social [1]. Kross [22] a aussi montré par l'imagerie fonctionnelle que le rejet social et la douleur physique partageaient des supports somatosensoriels identiques.

Néanmoins, la recherche d'un pattern spécifique associant aux réseaux de la douleur des situations de rejet ou d'isolement social n'a pas pu être confirmée par S Cacioppo [9] suggérant que les réseaux impliqués sont différenciés et plus complexes. Les informations sensorielles agissent de façon intermodale, ainsi Cardini [10] montre par exemple que la vision émotionnelle d'un visage est modifiée par la vision concomitante d'une stimulation tactile sur un visage (remapping sensoriel). Des effets de cette vision sur la perception des émotions ont également pu être montrés mais avec une dissociation en fonction des modalités émotionnelles comme l'expression de la colère ou de la peur, la perception de la première

n'étant pas modifiée. Ces dissociations peuvent suggérer qu'au-delà de la modalité envisagée (ici la reconnaissance des visages), l'organisation modulaire cérébrale se fait de façon différente selon les comportements et activités attendus en réponse. Il a ainsi été montré que pour la peur l'amygdale jouait un rôle déclencheur spécifique [17]. Beaucoup des études mettent en jeu la dimension consciente de l'expérience sensorielle et de ses conséquences. Cependant la part des aspects non verbalisables et procéduraux est très vraisemblablement importante, comme peut l'illustrer la distinction entre les visages familiers et ceux qui ne le sont pas [31]. On connaît ainsi le syndrome de Capgras, délire d'illusion des sosies, où le sujet atteint, tout en étant parfaitement capable d'identifier la physionomie des visages, affirme envers et contre tout que ces personnes qu'il connaît ont été remplacées par des sosies qui leur ressemblent parfaitement. Pour l'expliquer, Ellis et Young [15] ont proposé un modèle de reconnaissance des visages suivant deux voies parallèles : d'une part une voie accédant consciemment aux informations sémantiques sur l'identité de la personne, d'autre part une voie affective et inconsciente, donnant une réponse affective à des visages familiers mise en évidence par une activation du système nerveux autonome (augmentation du rythme cardiaque, sudation, mydriase). L'implication de l'hémisphère droit dans cette reconnaissance a été montrée comme déterminante [21]. On peut en rapprocher le syndrome de Fregoli, observé dans certaines psychoses, situation inverse où au lieu de cette impression de dédoublement d'un individu unique, le délire consiste à croire que plusieurs individus qui ne se ressemblent pas sont tous les incarnations d'une seule et même personne persécutante. Dans le syndrome de Fregoli, l'autre est toujours le même, le patient ne reconnaît pas mais identifie le persécuteur quelle que soit la forme d'un tiers que celui-ci a empruntée.

### **L'interaction dynamique entre l'individu et son environnement : l'identité, la cognition située**

Le cerveau peut être vu comme l'interface de l'interaction entre l'individu et son environnement [18]. La cognition spatiale ou du schéma corporel donnent de nombreux exemples de l'interaction du corps



et de l'environnement dans la représentation et le traitement cognitif, à travers la position et les déplacements du corps, comme l'espace égo-centré ou allo-centré, mais aussi de catégories d'informations mémorisées ensemble sur la base de significations construites par l'individu et qui lui sont propres [12]. Ces significations peuvent être d'ordre fonctionnel, culturel, social,...

Cette interaction entre l'individu et son environnement humain et matériel peut être abordée sur deux facettes : les mécanismes cognitifs supportant l'identification du soi ; les mécanismes impliqués entre le cerveau cognitif et l'environnement dans l'activité, et notamment l'ajustement qui se déroule selon le contexte et les informations reçues en « feed-back », ce que nous appellerons ici la cognition inclusive.

#### *La construction de l'identité et du soi*

Cette interaction ne doit pas être comprise comme la simple mise en rapport des informations perceptives avec des réseaux permettant l'inférence à des représentations cérébrales d'expériences préexistantes, dans une modèle de simulation de la situation [37]. Dans cette perspective, l'étude de la cognition s'intéresse à la subjectivité et aux observations phénoménologiques [36] dans leur caractère complexe et relatif, se rapprochant de la phénoménologie de l'intersubjectivité (Husserl, Merleau-Monty). Au-delà des liens entre l'action et des réseaux neuronaux cognitifs, un nombre croissant d'auteurs s'intéressent au support de la subjectivité et des traces des expériences individuelles (« self », conscience de soi) [16, 19], notamment dans les structures sensorimotrices. Ces approches peuvent permettre de comprendre des pathologies où sont observées des troubles de l'identité comme l'autisme et la schizophrénie, vues alors comme des déficiences des capacités perceptives et sensorimotrices, et suggèrent des nouvelles méthodes thérapeutiques. Des approches similaires ont été développées dans d'autres troubles mentaux comme les états psychopathiques avec un défaut du développement des systèmes de relation interpersonnelles et l'échec d'une adaptation sociale réussie, qui impliquent une défaillance de la reconnaissance émotionnelle et une dysfonction des systèmes fronto-amygdaliens [11]. A l'opposé, on peut citer l'exemple des altruistes prodiges, prêts à tous les sacrifices personnels, qui semblent avoir développé une réponse excessive aux signaux émotionnels

que leur adressent les autres individus [25] et sont donc en quelque sorte sur impliqués dans le lien social.

La connaissance du « self » et la construction de l'identité peuvent être appréhendées en neuropsychologie à travers les troubles de l'identification déjà évoqués (syndromes de Capgras et de Fregoli), mais aussi les troubles somatognosiques bien plus fréquemment rencontrés : asomatognosies (méconnaissance d'une partie du corps) voire rejet d'un segment (syndrome de la main étrangère, conflit des deux hémicorps dans la dyspraxie diagonistique calleuse ou pariétale) mais aussi illusions ou hallucinations corporelles avec perception d'un membre qui n'existe pas ou « incorporation » du corps d'autrui. Les corrélations anatomo-fonctionnelles et cliniques suggèrent une spécialisation hémisphérique et un rôle important de l'hémisphère droit dans ces manifestations somatiques. Au-delà d'aspects corporels et spatiaux, cette identité peut également être approchée pour le langage et la communication via la connaissance de la spécialisation hémisphérique [3, 35]. Le rôle propre de l'hémisphère droit a été mis en avant dans les aspects globaux et pragmatiques du langage, dans la prosodie affective, dans les dimensions liées au contexte social du discours. D'autres observations étudiant des lapsus chez les sujets sans transfert calleux peuvent traduire son rôle dans la sélection lexicale, notamment dans le champ émotionnel. Le langage figuré ou la compréhension contextuelle sont également déficitaires chez les sujets porteurs de lésions hémisphériques droites.

### *La cognition inclusive*

Les modèles de la cognition située, développés initialement dans le domaine de la robotique et des mondes numériques voulant reproduire des comportements humains s'écartent d'un paradigme s'appuyant uniquement sur le traitement de l'information à travers des systèmes cérébraux représentationnels permettant la reconnaissance, l'inférence et la simulation. Ils insistent sur le caractère opportuniste et improvisé de l'action humaine, son ancrage matériel et social, et par voie de conséquence le rôle fondamental joué par les facteurs contextuels et les mécanismes de production d'intelligibilité mutuelle entre acteurs indispensable à une cognition inclusive. L'activité est sociale dans ce sens que nous comprenons sa conduite selon les façons dont nous l'avons construite dans le cours d'interaction avec les autres; les activités sont influencées par de nombreux aspects humains et

matériels inhérents à la situation dans laquelle elles sont mises en œuvre ; disposer d'un modèle interne n'est que l'un de ces aspects, l'une des ressources possibles ; l'usage de ce programme d'action demande de pouvoir construire d'abord un point de vue interprétatif correct sur ce plan, mais aussi sur l'ensemble plan-situation comme étant en relations adaptées, incluant les points d'appui ou d'obstacle présents ou apparaissant dans l'environnement; l'action humaine dispose d'une flexibilité et d'une marge d'ambiguïté qui sont des caractéristiques indispensables à toute stratégie interactionnelle pour éviter l'application mécanique de procédures rigides. En pathologie, les comportements d'utilisation ou de dépendance à l'environnement dans les atteintes des lobes frontaux donnent de bons exemples de séquences d'activité dont les étapes s'enchaînent d'une façon fonctionnellement efficace mais tout à fait inadaptées et sans ajustement au contexte spécifique.

Varela, Thompson et Rosch [36] ont introduit le concept d'enaction qui souligne dans la construction de l'expérience par le cerveau l'interaction entre les systèmes neurocognitifs, sensorimoteurs et l'environnement. La présentation d'une expérience qui fait sens est dépendante de l'engagement et de l'action que conduisent les sujets qui y participent. Cette construction est donc tout autant dépendante du présent que des traces cérébrales des acquisitions préexistantes. L'autopoïèse enrichit le concept d'enaction d'une capacité propre des êtres vivants à l'activité, l'adaptation, le maintien de soi et de son individualité à travers des capacités d'auto-régulation.

Un aspect important de la cognition inclusive est notre capacité à transférer des acquisitions entre individus, mais aussi de s'adapter selon les modifications de notre environnement. Pour reprendre Mesulam [27], le langage est certainement un des éléments majeurs permettant l'échange de concepts abstraits ou complexes entre individus, mais d'autres facteurs tels les apprentissages de l'utilisation « technique » des outils de notre environnement y ont très certainement un rôle. Mesulam souligne ainsi le rôle sur l'évolution de la cognition humaine de l'invention de l'écriture par les Sumériens il y a 7000 ans, écriture qui nous a donné une mémoire supplémentaire sans limite mais aussi dépassant la durée de la vie de l'individu. Aujourd'hui, les individus sont conduits quotidiennement à dialoguer par l'intermédiaire d'ordinateurs ou de téléphones mobiles, de nombreux services utilisent des serveurs informatiques pour interagir avec des usagers. On peut penser que l'accès de plus en plus dominant aux moyens numériques transformera également notre communication et notre fonctionnement

cognitif entre personnes. On a ainsi impliqué des modalités cognitives inadaptées induites par PowerPoint dans l'accident de la navette Columbia ou l'échec de l'intervention américaine en Afghanistan [8].

Pour conclure, l'ensemble de l'activité et de la cognition de l'individu est dépendante de la manière dont le sujet humain organise et utilise mentalement son environnement social, c'est-à-dire comment il encode, stocke et utilise l'information sur cet environnement et ses composantes affectives et émotionnelles, des conséquences de cette organisation avec sur l'interaction sociale et de manière indissociable de l'influence de cette interaction sur les fonctionnements cognitifs eux-mêmes (mémoire, attention, langage, cognition spatiale, cognition de haut niveau...). L'étude du fonctionnement cognitif dans des situations spécifiques (travail, conduite, utilisation des outils numériques, etc...) doit se développer au-delà de l'approche classiques de modalités cognitives spécifiques. Elle livrera des résultats nouveaux et en réalité indispensables à la recherche fondamentale sur la cognition. Au-delà de cette ergonomie cognitive homme-machine, l'étude des comportements humains dans l'interaction sociale permet de mieux comprendre l'adaptation et les désadaptations de l'homme dans les situations complexes de la vie quotidienne et les ressorts de l'autonomie cognitive. Elle est le meilleur moyen de mieux évaluer l'efficacité cognitive de l'individu dans son environnement et de trouver les meilleurs leviers pour l'améliorer.

## Références

1. Adolphs R, Tranel D, Damasio AH. The human amygdala in social judgment. *Nature* 1998; 393: 470-74.
2. Adolphs R. The Social Brain: Neural Basis of Social Knowledge. *Annual review of psychology*. 2009; 60: 693-716.
3. Baldo JV, Kacinik NA, Moncrief A, Beghin F, Dronkers NF. You may now kiss the bride: Interpretation of social situations by individuals with right or left hemisphere injury. *Neuropsychologia*. 2016; 80: 133-41.

4. Barsalou LW. Perceptions of perceptual symbols. *Behav. Brain Sci.* 1999; 22: 637–60.
5. Baumeister RF, Vohs KD, Funder DC. Psychology as the science of self-reports and finger movements: whatever happened to actual behavior? *Perspect. Psychol. Sci.* 2007; 2: 396–403.
6. Binet A. William James La théorie de l'émotion. *L'année psychologique* 1902 ; 9, 1 : 388-401.
7. Bombari D, Schmid Mast M, Canada E, Brachmann E. Studying social interactions through immersive virtual environment technology: virtues, pitfalls, and future challenges. *Front. Psychol.* 2015 ; < <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00869> >.
8. Bumiller E. We have met the enemy and he is PowerPoint. *New York Times* 2010, April 10.
9. Cacioppo S, Frum C, Asp E, Weiss RM, Lewis JW, Cacioppo JT. A quantitative meta-analysis of functional imaging studies of social rejection. *Sci Rep.* 2013; 3, 2027: 1-3.
10. Cardini F, Costantini M, Galati G, Romani GL, Làdavas E, Serino A. Viewing one's own face being touched modulates tactile perception: an fMRI study. *J Cogn Neurosci.* 2011; 23, 3: 503-13.
11. Contreras-Rodríguez O, Pujol J, Batalla I, Harrison BJ, Bosque J, Ibern-Regàs I, Hernández-Ribas R, Soriano-Mas C, Deus J, López-Solà M, Pifarré J, Menchón JM, Cardoner N. Disrupted neural processing of emotional faces in psychopathy. *Soc Cogn Affect Neurosci.* 2014; 9, 4 : 505-12.
12. Depeau S, Ramadier T. Les trajets domicile-école en milieu urbain : quelles conditions pour l'autonomie de l'enfant de 10-12 ans? *Psychologie et société* 2005 ; 8 : 81-112.
13. Donald M. *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*, Cambridge, MA: Harvard University Press 1991.
14. Dreyer FR, Frey D, Arana S, von Saldern S, Picht T, Vajkoczy P, Pulvermüller F. Is the motor system necessary for processing action and abstract emotion words? Evidence from focal brain lesions. *Front Psychol.* 2015; 6: 1661.
15. Ellis HD, Young AW. Accounting for delusional misidentifications. *Br J Psychiatry.* 1990; 157: 239-48.
16. Feinberg TE, Keenan JP. Where in the brain is the self? *Conscious Cogn.* 2005; 14, 4: 661-78.

17. Feinstein JS, Adolphs R, Damasio A, Tranel D. The human amygdala and the induction and experience of fear. *Curr Biol.* 2011; 21(1): 34-8.
18. Fuchs T. The brain as a mediating organ. *J. Conscious. Stud.* 2011; 18: 196–221.
19. Gallagher S. The practice of mind: theory, simulation or primary interaction? *J. Conscious. Stud.* 2001; 8: 83–108.
20. Gibson JJ. *The Ecological Approach to Visual Perception.* Boston: Houghton Mifflin, 1979.
21. Hirstein W. The misidentification syndromes as mindreading disorders. *Cogn Neuropsychiatry.* 2010; 15(1): 233-60.
22. Kross E, Berman MG, Mischel W, Smith EE, Wager TD. Social rejection shares somatosensory representations with physical pain. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2011; 108(15): 6270-5.
23. Lulé D, Zickler C, Häcker S, Bruno MA, Demertzi A, Pellas F, Laureys S, Kübler A. Life can be worth living in locked-in syndrome. *Prog Brain Res.* 2009; 177: 339-51.
24. McNeill D. *Hand and mind: What gestures reveal about thought.* Chicago: University of Chicago Press 1992.
25. Marsh AA, Stoycos SA, Brethel-Haurwitz KM, Robinson P, VanMeter JW, Cardinale EM. Neural and cognitive characteristics of extraordinary altruists. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014; 111 (42): 15036-41.
26. Mehl MR, Pennebaker JW. The sounds of social life: a psychometric analysis of students' daily social environments and natural conversations. *J. Pers.Soc.Psychol* 2003; 84: 857–70.
27. Mesulam MM. From sensation to cognition. *Brain* 1998; 121: 1013-52.
28. Michelsen SI, Flachs EM, Damsgaard MT, Parkes J, Parkinson K, Rapp M, Arnaud C, Nystrand M, Colver A, Fauconnier J, Dickinson HO, Marcelli M, Uldall P. European study of frequency of participation of adolescents with and without cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol.* 2014; 18 (3): 282-94.
29. O'Regan JK, Noë A. A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences* 2001; 25 (4): 883–975.

30. Pezzulo G, Barsalou LW, Cangelosi A, Fischer MH, McRae K, Spivey MJ. The mechanics of embodiment: a dialog on embodiment and computational modeling. *Front Psychol.* 2011; 2, 5.
31. Prete G, D'Ascenzo S, Laeng B, Fabri M, Foschi N, Tommasi L. Conscious and unconscious processing of facial expressions: evidence from two split-brain patients. *Neuropsychol.* 2015; 9 (1):45-63
32. Pulvermüller F. Brain mechanisms linking language and action. *Nat Rev Neurosci.* 2005; 6 (7): 576-82.
33. Rizzolatti G, Craighero L. The Mirror-Neuron System. *Annual Review of Neuroscience,* 2004; 27:169–92.
34. Savaki HE. How do we understand the actions of the others? By mental simulation, not mirroring. *Cognitive Critique,* 2010; 2: 99-140.
35. Tompkins CA, Klepousniotou E, Gibbs Scott A. Nature and assessment of right hemisphere disorders In *Aphasia and related neurogenic communication disorders.* Jones&Bartlett, Sudbury, MA, 2012: 297–343.
36. Varela FJ, Thompson E, Rosch E. *The embodied mind: Cognitive science and human experience.* Cambridge, MA: MIT Press, 1993.
37. Wilson RA, Foglia L. Embodied Cognition, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2015 Edition), Edward N. Zalta (ed.).  
< <http://plato.stanford.edu/archives/win2015/entries/embodied-cognition/> >.