

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO
POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA LA
SOCIEDAD**



**“La cognición de los órganos artificiales en la rehabilitación con asistencia robótica.
Una integración de la Ciencia, la Tecnología y, la Sociedad”**

Temática de Investigación

Que presenta:

Javier Avila Carbajal

Para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA LA SOCIEDAD

Comité de tesis: Co-director: Doctor Eugenio Frixione y,

Doctor Juan González

Asesores: Doctor Gerardo Hernández y,

Doctor Luis Maldonado

1 Resumen

La Rehabilitación con Asistencia Robótica desencadena una interacción compleja entre la máquina y el humano. La prótesis y la órtesis son desarrollos tecnológicos que ponen en interacción de una forma concreta y medular, a la máquina y al humano, la interacción entre los órganos artificiales y el humano nos conduce a preguntarnos nuevamente sobre las categorías cognitivas que acontecen bajo éste proceso. Se busca explorar los límites cognitivos de la cibernética y, redefinir el papel de la máquina en el proceso cognitivo, con la intención de aprovechar en nuevos modelos epistemológicos la interacción del humano con las máquinas.

La emergencia de los Dispositivos de Asistencia Robótica de Rehabilitación, nos permiten entender la compleja relación que la cognición humana mantiene con la máquina. La sistematización documental de estos nuevos dispositivos visibiliza nuevas posibilidades de entender los procesos cognitivos, así como formas de abordar problemas de aprendizaje y rehabilitación del cuerpo humano.

2 Qué es:

Integrar la ciencia, la tecnología y la sociedad (ICTS), es un reto de la epistemología actual, la complejidad nos permite lograr conexiones transdisciplinarias que antes parecían imposibles. La revisión bibliográfica acerca de los procesos de formación de la inteligencia artificial nos permite entender las relaciones complejas entre ciencia, tecnología y sociedad.

En este sentido, la ciencia de los materiales contemporánea desarrolla órganos artificiales con memoria, hechos de biomateriales y los nanodispositivos inteligentes; órganos artificiales que transforman la concepción de la medicina contemporánea. Este estudio busca entender estos avances tecnológicos mediante un tratamiento epistemológico que permita entender la participación cognitiva que contiene toda máquina o dispositivo artificial.

3 Preguntas problema:

1. ¿Qué entendemos por cognición en ciencias de los materiales?
2. Cuál es el proceso de formación tecnológica de los órganos artificiales: el caso de los biomateriales y, los nanodispositivos inteligentes.
3. ¿Cómo podemos entender la cognición de los órganos artificiales desde la interacción humano-máquina: prótesis y órtesis?
4. ¿Cuáles es la importancia de la máquina en la rehabilitación con asistencia robótica, desde la prótesis y la órtesis?

4 La cognición:

La cognición se estudia desde los procesos de asimilación y percepción de un organismo vivo, la máquina biológica requiere una complejidad tan alta, que una máquina artificial no logra. Sin embargo, la máquina artificial también participa del proceso cognitivo y, ésta es una participación que ya no es precisamente biológica; la máquina artificial produce

procesos desde el cual los cuerpos humanos pueden nuevas ideas: procesar bases de datos internacionales en segundos, reproducir una y otra vez una canción, volar o acelerar a 120km por hora; son ejemplos de avances de las máquinas que llevaron la cognición a nuevos lugares. Las máquinas –tecnologías- interactúan con la percepción humana, la asimilación biológica, que produce la máquina y sus dispositivos artificiales, permiten desarrollar la inteligencia humana, o llevarla a nuevos niveles.

Se trata de la interacción y las posibilidades que la máquina ofrece a la inteligencia humana.

No se trata de antropologizar la inteligencia, cuando decimos artificial, la estamos separando de intentos por conceptualizar la inteligencia, como una emulación de la inteligencia humana.

Posibilidades médicas y pedagógicas. En este estudio trabajaremos el caso de la rehabilitación con asistencia robótica, la inteligencia que se produce en la interacción con la máquina.

5 Cómo alcanzarlo:

Se hará una revisión bibliográfica sobre el origen y evolución de los órganos artificiales con memoria. Se analizan las diferentes formas de conceptualizar la inteligencia, así como los debates epistemológicos que se ahí se desprenden.

Se revisa en específico el caso de la emergencia de los “Dispositivos de asistencia robótica de rehabilitación de prótesis y órtesis”.

Se hace un análisis epistemológico de la interacción de los órganos artificiales con el humano, que nos permita entender la cognición de este tipo de máquinas, esto es, las implicaciones que tiene visibilizar una zona cognitiva que no está en los humanos, ni en los seres vivos.

6 Relevancia, para qué:

Las consecuencias epistemológicas que se desprende en las ICTS, a partir de la cognición ubicada -antes que en lo humano- en las máquinas, en lo no vivo. Se analiza la innovación teórica que implica pensar la ciencia, la tecnología y la sociedad, luego de la humanidad, o una cognición sin cerebros humanos –zona maquina (Deleuze)-. En ese sentido, los órganos artificiales, la cognición sin cerebro, permite una nueva concepción médica y pedagógica.

7 Hipótesis

La cognición no es un fenómeno (únicamente) humano.

Lo real de la tecnología es la inteligencia que guardan los objetos y que sostiene la evolución de la naturaleza.

Se puede atacar el retraso de tecnológico, desde una Transdisciplina que permita modelos de intervención con las tecnologías de materiales con memoria, basadas en la zona maquina.

8 Productos

(1 Tesis) Investigación transdisciplinaria sobre el impacto epistemológico de los órganos artificiales en la concepción de la medicina.

(2 Videos TedX) Divulgación de las ICTS desde la Ciencia de los Materiales, mediante plataformas de video, donde se debata el problema del retraso tecnológico, y, la cognición pensada desde las máquinas.

(3 Programa y Cápsulas de Radio) Montar un programa de radio donde se analice las posturas teóricas e históricas de la inteligencia artificial. También, se desprendan, cápsulas explicativas sobre la asistencia robótica de rehabilitación de prótesis y órtesis.

9 Cronograma

Abril-Agosto 2015	Estado del arte sobre cognición en órganos artificiales: biomateriales y nanodispositivos inteligentes. Cognición en las máquinas. Rehabilitación con asistencia robótica.
Septiembre-Enero 2016	Sistematización sólida sobre la conceptualización de la inteligencia en ciencia de los materiales y, órganos artificiales.
Febrero- Junio 2016	Reflexión epistemológica sobre la cognición de las máquinas y, los impactos en la rehabilitación con asistencia robótica.
Julio-Septiembre 2016	Redacción artículo de revisión.
Octubre-Enero 2017	Redacción primer capítulo y, montaje de programa de radio.
Febrero-Mayo 2017	Redacción segundo capítulo y, programas de radio.
Junio-Septiembre 2017	Redacción tercer capítulo y, programas de radio.
Octubre-Enero 2018	Redacción cuarto capítulo y conclusiones. Realización de videos TEDx.

10 Índice tentativo

La inteligencia de los órganos artificiales en la rehabilitación con asistencia robótica.

- a. La cognición en ciencia de los materiales.
- b. Los órganos artificiales: el caso de los biomateriales y, los nanodispositivos inteligentes.
- c. La cognición no humana de los materiales con memoria
- d. Lo no humano en la rehabilitación con asistencia robótica: el caso de la prótesis y la órtesis.
- e. Conclusiones. El reto de la: Ciencia, Tecnología y Sociedad.

11 Referencias

Boretius T, Badia J, Pascual-Font J, Schuettler M, Navarro X, Yoshida K, et al. A transverse intrafascicular multichannel electrode (TIME) to interface with the peripheral nerve. *Biosens Bioelectron* 2010;26(1):62–9.

Branner A, Stein RB, Normann RA. Selective stimulation of cat sciatic nerve using an array of varying-length microelectrodes. *J Neurophysiol* 2001;85:1585–94.

Burrige JH, Haugland M, Larsen B, Pickering RM, Svaneborg N, Iversen HK, et al. Phase II trial to evaluate the ActiGait implanted drop-foot stimulator in established hemiplegia. *J Rehabil Med* 2007;39:212–8.

Chizeck HJ, Chang S, Stein RB, Scheiner A, Ferencz DC. Identification of electrically stimulated quadriceps muscles in paraplegic subjects. *IEEE Trans Biomed Eng* 1999;46(1):51–61.

Daly JJ, Ruff RL, Haycook R, Strasshofer B, Marsolais EB, Dobos L. Feasibility of gait training for acute stroke patients using FNS with implanted electrodes. *J Neurol Sci* 2000;179(1–2):103–7.

Dietz V. Spinal cord pattern generators for locomotion. *Clin Neurophysiol* 2003;114(8):1379–89.

Došen S, Popović DB. Accelerometers and force sensing resistors for optimal control of walking of a hemiplegic. *IEEE Trans Biomed Eng* 2008;55(8):1973–84.

Došen S, Cipriani C, Kostić M, Carrozza MC, Popović DB. Cognitive vision system for the control of a dexterous prosthetic hand: an evaluation study. *J Neuroeng Rehabil* 2010;7:42. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-7-42>.

Durand DM, Grill WM, Kirsch R. Electrical stimulation of the neuromuscular system. In: He B, editor. *Neural engineering*. New York: Springer-Verlag; 2005. p. 157–91.

Dutta A, Kobetic R, Triolo RJ. An objective method for selecting command sources for myoelectrically triggered lower-limb neuroprostheses. *J Rehabil Res Dev* 2011;48:935–48.

Everaert DG, Stein RB, Abrams GM, Dromerick AW, Francisco GE, Hafner BJ, et al. Effect of a foot-drop stimulator and ankle-foot orthosis on walking performance after stroke: a multicenter randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2013;27(7):579–91.

Ferguson KA, Polando G, Kobetic R, Triolo RJ, Marsolais EB. Walking with a hybrid orthosis system. *Spinal Cord* 1999;37(11):800–4.

Fisher LE, Miller ME, Bailey SN, Davis Jr HA, Anderson JS, Murray LR, et al. Standing after spinal cord injury with four-contact nerve-cuff electrodes for quadriceps stimulation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2008;16:473–8.

Frigo C, Ferrarin M, Frasson W, Pavan E, Thorsen R. EMG signals detection and processing for on-line control of functional electrical stimulation. *J Electromyog Kinesiol* 2000;10(5):351–60.

Gad P, Choe J, Nandra MS, Zhong H, Roy RR, Tai YT, et al. Development of a multielectrode array for spinal cord epidural stimulation to facilitate stepping and standing after a complete spinal cord injury in adult rats. *J Neuroeng Rehabil* 2013;10:2.

Gan LS, Prochazka A, Bornes TD, Denington AA, Chan KM. A new means of transcutaneous coupling for neural prostheses. *IEEE Trans Biomed Eng* 2007;54(3):509–17.

Grasso R, Ivanenko RP, Zago M, Molinari M, Scivoletto G, Castellano V, et al. Distributed plasticity of locomotor pattern generators in spinal cord injured patients. *Brain* 2004;127(5):1019–34.

Hao Y, Controzzi M, Cipriani C, Popovic' DB, Yang X, Chen W, et al. Electrooculography as a substitute of vision for control of prehension of hand assistive devices. *IEEE Robot Automat Mag* 2013;20(1):40–52.

Hart RL, Kilgore KL, Peckham PH. A comparison between control methods for implanted FES hand-grasp systems. *IEEE Trans Rehabil Eng* 1988;6:208–18.

Ivanenko YP, Poppele RP, Lacquaniti F. Five basic muscle activation patterns account for muscle activity during human locomotion. *J Physiol* 2004;556:267–82.

Jonic' S, Jankovic T, Gajic V, Popovic' DB. Three machine learning techniques for automatic determination of rules to control locomotion. *IEEE Trans Biomed Eng* 1999;46(3):300–10.

Kobetic R, To CS, Schnellenberger JR, Audu ML, Bulea TC, Gaudio R, et al. Development of hybrid orthosis for standing, walking, and stair climbing after spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev* 2009;46(3):447–62.

Kostov A, Andrews B, Popovic' DB, Stein RB, Armstrong WW. Machine learning in control of functional electrical stimulation (FES) for locomotion. *IEEE Trans Biomed Eng* 1995;42:541–51.

Kralj A, Bajd T. *Functional electrical stimulation: standing and walking after spinal cord injury*. CRC Press; 1989.

Kuiken TA, Marasco PD, Lock BA, Harden RN, Dewald JP. Redirection of cutaneous sensation from the hand to the chest skin of human amputees with targeted reinnervation. *Proc Natl Acad Sci USA* 2007;104(50):20061–6.

Thompson J (2009) Myocardial infarction and subsequent death in a patient undergoing robotic prostatectomy. *AANA J*. 77(5):365–371

Horgan A, Geddes S, Finlay I (1999) Lloyd-davies position with trendelenburg—a disaster waiting to happen? *Dis Colon Rectum* 42:916–919. doi:10.1007/BF02237102

Pereira Arias JG, Gamarra Quintanilla M, Leibar Tamayo A, Astobieta Odriozola A, Ibarluzea Gonza'lez G (2010) Complications and incidences in our first 250 robotic radical prostatectomies. *Actas Urol Esp* 34(5):428–439

Marmarou A (2004) The pathophysiology of brain edema and elevated intracranial pressure. *Clevel J Med* 71(S1):S6–S8

Pandey R, Garg R, Darlong V, Punj J, Kumar A (2010) Unpredicted neurological complications after robotic laparoscopic radical cystectomy and ileal conduit formation in steep trendelenburg: two case reports. *Acta Anaesth Belg* 61:163–166

Kalmar A, Foubert L, Hendrickx J, Mottrie A, Absalom A, Mortier E, Struys M (2010) Influence of steep trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *BJA* 104(4):433–439

Mavrocordatos P, Bissonnette B, Ravussin P (2000) Effects of neck position and head elevation on intracranial pressure in anaesthetised neurosurgical patients. *J Neurosurg Anaesthesiol* 12(1):10–14

Halverso A, Buchanan R, Jacobs L, Shayani V, Hunt T, Riedal C, Sackier J (1998) Evaluation of mechanisms of increased intracranial pressure with insufflation. *Surg Endo SC* 12:266–269

Gupta K, Mehta Y, Sarin Jolly A, Khanna S (2012) Anaesthesia for robotic gynaecological surgery. *Anaesth Intensive Care* 40:614–621

Gainsburg D (2012) Anaesthetic concerns for robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol* 78(5):596–604

Sullivan M, Frost E, Lew M (2008) Anaesthetic care of the patient for robotic surgery. *MEJ Anesth* 19(5):967–982

Schramm P, Treiber AH, Berres M et al (2014) Time course of cerebrovascular autoregulation during extreme trendelenburg position for robotic assisted prostatic surgery. *Anaesthesia* 69(1):58–63

Madhuri TK, Butler-Manuel SA (2011) Robotic surgery in gynaecology. *ONJA* 6(3):96–97