

Tecnología, cuerpo y acto de trabajo. Ejercicio prospectivo.

Mariano Fernández Méndez y César Pablo San Emeterio.

Cita:

Mariano Fernández Méndez y César Pablo San Emeterio (Agosto, 2015). *Tecnología, cuerpo y acto de trabajo. Ejercicio prospectivo. Congreso Nacional de Estudios del Trabajo. Asociación Argentina de Especialistas en Estudios del Trabajo, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/mariano.fernandez.mendez/2>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pd3d/qrV>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.



Grupo Temático N° 17 - Identidades, cultura y formas de conciencia en el trabajo

Coordinadores: Javier P. Hermo y Cecilia M. Lusnich

Título: Tecnología, cuerpo y acto de trabajo. Ejercicio prospectivo

Autor/es: Mariano Fernández Méndez y César Pablo San Emeterio

E – mails: marianofm@gmail.com; cesarpablosanemeterio@gmail.com

Pertenencia institucional: Facultad de Ciencias Económicas y Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

Ponencia

Introducción

En la presente ponencia trabajamos el problema de la progresiva redefinición antropológica del trabajo humano, producto del desarrollo de tecnologías digitales que inciden de manera directa en la relación cuerpo y real a transformar mediante el proceso de trabajo. En esta mutación del vínculo ergonómico entre tecnología y acto de trabajo se implican múltiples dimensiones a considerar, siendo la más relevante, la dimensión de transformación profunda del cuerpo en el acto de trabajo, sea en la expansión de sus capacidades naturales, sea en la apropiación de sus actos en sistemas digitales, sea en la operación indirecta sobre lo real mediatizado por un espacio de simulación que posee propiedades reales.

Esta redefinición supone impactos a nivel subjetivo, tanto a nivel del sujeto individualmente considerado, como en el sujeto inscripto en una cultura y en un sistema social. Este impacto es objetivo, no sólo en lo que implica la ergonomía del vínculo del cuerpo en su operación sobre lo real, sino también a nivel de las implicancias societales y sociales. Se produce una reconfiguración de pautas de cultura y cambios en la estratificación social. También impacta sobre la distribución desigual de las tecnologías a nivel global, lo que supone profundas transformaciones en la repartición del poder y su ejercicio.



Consideramos que estas nuevas tecnologías digitales impactan profundamente en toda la sociedad, por ejemplo, a partir de la masificación de celulares y computadoras individuales, pero es en el mundo del trabajo donde este impacto en ciernes puede mostrar sus mayores efectos. De todos modos, planteamos la ponencia en términos prospectivos ya que suponemos que estamos en el inicio de una transformación más profunda que aún no se ha manifestado plenamente. La digitalización en el conjunto del mundo del trabajo ha optimizado tecnologías mecánicas existentes, pero no han producido aún una transformación radical del paradigma productivo, salvo algunas excepciones. Las nuevas tecnologías suponen una posibilidad de transformación radical del sistema social a partir del desarrollo de una sociedad basada en *bits* en lugar de *átomos*, utilizando la vieja distinción que Negroponte realizara en su libro clásico *Ser Digital* (1995). Por ejemplo, las impresoras 3D pueden transformar de manera profunda el modo de producción de la humanidad.

En esta ponencia, no obstante, nos focalizamos puntualmente en las tecnologías que impactan en la relación cuerpo y acto de trabajo, por lo que nos restringimos a un número limitado de tecnologías que no agotan toda la problemática abordada. Además, nos restringimos al ejercicio prospectivo de los impactos de las tecnologías seleccionadas, pero no pretendemos hacer un ejercicio de prospectiva de la posible evolución de estas tecnologías ni de la emergencia de nuevas tecnologías en línea con las expuestas.

Desarrollo

El vínculo antropológico entre tecnología y acto de trabajo ha sido abordado desde perspectivas más amplias como el vínculo entre tecnología y sociedad humana. Al respecto, hay enfoques diversos respecto a dicha relación, variando el grado de incidencia de la misma en la definición societal de una determinada sociedad. Se discute la autonomía del desarrollo de la tecnología respecto a la ciencia en el marco del debate de la misma ciencia y sus condiciones de producción, la incidencia de la tecnología en la conformación cultural general de una sociedad, la relación entre tecnología e ideología (Parente, 2010), el carácter protésico de la tecnología (Parente, 2010); entre otros debates. De todos modos, existe un cierto consenso que la tecnología no ha sido abordada como problema central de manera relevante en las ciencias sociales considerando su centralidad en toda sociedad humana (Parente, 2010, Valderrama, 2004; Hine, 2000).



En el campo del trabajo podemos señalar el desarrollo de la ergonomía como disciplina que aborda la interfaz entre trabajo y tecnología. La mayoría de las definiciones refieren su naturaleza interdisciplinaria, en la medida en que sus desarrollos abrevan en disciplinas de las ciencias naturales, psicología y ciencias sociales. Las corrientes principales de la ergonomía han pretendido abordar el estudio de esta interfaz y brindar conceptos y soluciones a la integración exitosa entre ser humano y tecnología. Inicialmente, los principales desarrollos han provenido del estudio del nivel individual de análisis, estudiando las posibilidades biológicas del cuerpo humano para interactuar con máquinas, ampliando su campo de acción a los factores psicológicos de esta interfaz en momentos posteriores (Gerrero Cuevas & Valero Aguayo, 2013). Algunas de las excepciones a este modo de abordaje fueron los estudios del Instituto Tavistock donde se acuña el concepto de sistema sociotécnico, estudiando las dimensiones sociales de la interfaz entre sistema técnico y sistema social, con lo cual se aborda el nivel social excediendo el nivel individual de análisis, permitiendo un abordaje de carácter más antropológico entre tecnología y sistema social. Otra excepción la constituye Dejours (1998), quien a partir del desarrollo de la psicodinámica propone la distancia entre el trabajo prescripto y el realizado, focalizando en el sistema social que trabaja y actúa sobre lo real, priorizando la técnica en tanto técnica corporal, lo que permite situar antropológicamente el acto de trabajo en el cuerpo humano y en el sistema social donde se conforma y valida la técnica en un vínculo dinámico con lo real y la subjetividad (Dejours, 1998).

Nosotros, a partir de desarrollos propios, hemos propuesto el concepto de *automatismo* para abordar la problemática del vínculo del cuerpo con los actos y procesos de trabajo (San Emeterio, 2011, 2012 y 2013). En una presentación breve decimos que, en primer lugar proponemos la existencia de un automatismo corporal, donde el cuerpo captado por el sistema significativo de la cultura ejecuta actos corporales mediante la incorporación de herramientas, y éstas operan como extensiones del cuerpo. El acto implica al cuerpo actuando en lo real utilizando herramientas mediadoras incorporadas a la lógica corporal inmersa en un sistema técnico colectivo, pensado esto en términos antropológicos. En un segundo momento, encontramos el desarrollo del automatismo maquinal donde el diseño significativo actúa sobre lo material. En este caso la tecnología opera en base a una lógica significativa alojada en el diseño que transforma lo real y opera con secuencias automáticas predefinidas en el diseño, con lo cual el saber se transforma en saber de ingeniería, es decir, en saber explicitado sin soporte corporal. Con diversos grados de complejidad, la secuencia interna de la máquina realiza una interfaz con las secuencias del acto corporal que la manipula, como ocurre, a



modo de ejemplo, en el caso del simple manejo de un automóvil. El sujeto opera algunos puntos de la máquina y la misma de manera automática despliega una serie de secuencias predeterminadas. En un tercer momento, surgen mecanismos de autorregulación de las máquinas al introducirse lo digital. En este caso el automatismo en sí está alojado en un sistema conformado con *inteligencia artificial*, con lo cual, el automatismo es producido matemáticamente en un sistema autorreferencial y consistente, de modo que el vínculo con un real físico se produce en un segundo tiempo. Esto problematiza el mismo concepto de real, por cuanto, el efecto real del automatismo digital produce en el mismo acto que lo digital participe en alguna medida del propio concepto de real (Quéau, 1995).

Nos proponemos partir de la expansión del automatismo digital para realizar el ejercicio prospectivo en el marco de tecnologías existentes pero en pleno proceso de evolución. El automatismo digital surge del desarrollo de sistemas cibernéticos complejos a partir de la autoaplicación del lenguaje sobre sí mismo utilizando la lógica de Turing y su *máquina universal* (Lombardi, 2008). Esto implicó la creación de un lenguaje cerrado y consistente lógicamente, lo que permitió aislar el automatismo del campo de lo lingüístico y conformar un real propio y cerrado, donde el sujeto participa en una interfaz diferente en la medida en que existe una radical diferenciación entre la operación humana vinculada a lo real y el sistema autorreferencial del automatismo. Podemos ejemplificar esto con muchos videojuegos actuales: en el mismo interactúan seres humanos operando *avatars* con la interfaz virtualmente generada y las variables del juego, pero también interactúa con *seres virtuales (bots)* que actúan como un *avatar* en el juego. Si el ser humano no participa del juego pero deja que el *juego se juegue solo*, por decirlo de alguna manera, los *seres virtuales* pueden continuar *jugando* eternamente configurando resultados siempre cambiantes, con la restricción lógica de que de alguna manera todas las jugadas estaban predeterminadas en las reglas de juego preestablecidas, con lo cual podemos reintroducir viejos debates acerca del determinismo del mundo humano y sus actos; en este caso extendido a lo digital y a los *seres virtuales*. Pero si ese juego fuera reproducido en lo real, entonces la lógica de lo virtual es real en tanto produce efectos en un campo diferente a su efectuación, por ejemplo, una efectuación digital que se traslada a un movimiento robótico en un ambiente físico controlado. Esto implica un concepto desdoblado de real, lo real digital por un lado (*virtual*) y lo real *real*, si se nos permite la expresión.



Lo anterior implica una profunda transformación del vínculo de lo real en el acto de trabajo, de allí las múltiples referencias y perspectivas de la ciencia ficción en relación a estas temáticas. En nuestro caso, focalizamos en esta profunda transformación del vínculo antropológico entre cuerpo y acto de trabajo, por cuanto el cuerpo humano, asumiendo una perspectiva psicoanalítica francesa (Lacan, 1992, San Emeterio, 2011, 2012 y 2013), no es posible de ser analizado de manera simple, por lo que lo abordamos considerando registros imaginario, real y simbólico. En este caso, la realidad humana discurre en una proyección del cuerpo imaginario como escena de la realidad (que no se confunde con lo real). En el caso de la interfaz digital, podemos señalar la centralidad de la *imagen* en la cognición humana y en la actuación corporal humana, lo cual implica una brecha insalvable en la consideración conceptual de la relación entre inteligencia artificial y cognición humana. Dicho de otra manera, la inteligencia artificial no necesita *imagen* para operar sus automatismos, y la misma es parte del diseño ergonómico para que la interfaz entre sistema cerrado digital y ser humano sea posible. Si continuamos con el ejemplo del videojuego, podemos decir que los *seres virtuales juegan* en procesos lógicamente diseñados a partir de ceros y unos sin requerir de la imagen como es percibida por el ser humano, pero éste sí necesita de la imagen para actuar en el mundo digital pues no puede jugar sin la interacción en un campo de imágenes o campo imaginario en el cual su propio cuerpo participa de la escena imaginaria. Pero este juego se realiza en base a un sistema lingüístico que opera lo imaginario, y en este sentido, el sistema lingüístico humano no es consistente sino que permite la variabilidad del significado y la producción significativa propiciando, entre otras cosas, la recreación del sistema social de manera constante.

Lo anterior es un desarrollo complejo y que a los fines de la ponencia sólo pretendemos ubicar de manera muy general para fundamentar el cambio antropológico del dominio del acto humano de trabajo, en referencia a la operación de las tecnologías seleccionadas que tienen en común participar de la lógica de lo digital. Éstas están asociadas, en algunos casos, a diferentes tecnologías tales como la robótica, la microelectrónica, entre otras. De todos modos, en el centro de las posibilidades está la lógica de lo digital. Por ello la propuesta fundamental es que estas tecnologías no sólo implican una ampliación de las posibilidades del acto de trabajo humano, sino que suponen un cambio radical en la interfaz del cuerpo humano, el acto de trabajo y su vínculo con lo real, con amplias implicancias en múltiples dominios subjetivos y objetivos como dijimos anteriormente.

A los efectos de situar la problemática en lo concreto, hemos seleccionado cinco conjuntos tecnológicos, agrupados como pertenecientes a un mismo dominio, aunque existan diferencias y variantes desde una perspectiva tecnológica de análisis. A nuestros efectos presentan una cierta homogeneidad que nos permite agruparlos en estas cinco categorías. Las tecnologías seleccionadas son: a) teleoperación robótica mediante interfaces digitales, b) realidad aumentada aplicada a sistemas de inmersión 3D para el aprendizaje de habilidades, c) Cuevas de Inmersión Virtual: llamadas “CAVE” (de *Cave Automatic Virtual Environment*), donde el cuerpo físico es utilizado como joystick para computadoras que copian en tiempo real todos los movimientos y los traducen en distintos órdenes en espacios de simulación virtual, d) exoesqueletos que posibilitan la expansión motora de los movimientos corporales, y e) captación digital de movimientos corporales para su reproducción virtual, lo que implica a su vez, la posibilidad de reproducción sin fin de actos idénticos mediante sistemas robóticos.

a) La teleoperación robótica (o telerobótica) consiste en el manejo remoto de distintos tipos de dispositivos a través de diversos tipos de interfaces, constituye una conjunción de la teleoperación y la teleinmersión. Puede realizarse mediante interfaces tipo joystick, por captación de movimientos corporales, mediante un robot *maestro* operado por un sujeto y un robot *esclavo* que reproduce exactamente los movimientos del primero en una ubicación remota (Iñaki, 2000), entre otras formas. Las interfaces pueden acompañarse de audio y video por pantallas, dispositivos de realidad aumentada o inmersión más profunda mediante HMD (Head Mounted Display), por ejemplo Oculus Rift¹. Hay un gran campo de aplicación de la telerobótica, desde sondas espaciales a millones de kilómetros de su control de mando, tales como Curiosity²; toda la tecnología en *drones* para uso militar; equipos de utilización masiva en distintas industrias como los *brazos* robóticos ofrecidos por Kuka-Robotics³; hasta novedosos proyectos en desarrollo, como una interfaz cerebro-máquina para controlar grupos de drones por comando cerebral⁴. A los fines de esta ponencia resultan de especial interés ejemplos como funciona el Sistema Quirúrgico Da Vinci® desarrollado por Intuitive Surgical⁵. Su mando de control se constituye por dos dispositivos mecánicos para las manos y cinco pedales para los pies. Los mandos de las manos funcionan a modo *maestro* de los

¹ <https://www.oculus.com/>

² http://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html

³ <http://www.kuka-robotics.com/es/>

⁴ <http://engineering2.utsa.edu/blog/2014/09/17/utsa-awarded-300000-from-department-of-defense-for-brain-controlled-drone-research/>

brazos *esclavos* del robot, un mando controla solo y específicamente un brazo del robot, mientras que el otro tiene asignado dos de ellos, que operan uno a la vez y se selecciona uno u otro mediante el accionar de un pedal. Las herramientas que poseen los tres brazos mencionados son intercambiables. En cuanto a los cinco pedales, dos son para la herramienta de coagulación cuando esté en uso, dos para un endoscopio estereoscópico que capta la cirugía, y uno para reposicionar e intercambiar entre sí los dos brazos controlados por uno de los mandos para las manos. El médico observa a través de pantallas inmersivas estereoscópicas en alta definición la imagen que captura el endoscopio. Este sistema quirúrgico resulta de especial interés para esta ponencia debido a la compleja relación que se establece entre el acto corporal que el médico ejecuta, el mando de control (incluida la interfaz gráfica) y lo real del robot y del paciente operado. Al mismo tiempo posibilita el desanclaje del cuerpo real con lo cual el cuerpo está en dos lugares distintos al mismo tiempo, por ejemplo cuando se realizan telecirugías (Al-Rubaey, 2014).

b) La realidad aumentada aplicada a sistemas de inmersión 3D para el aprendizaje de habilidades puede ejemplificarse en dos productos de actual comercialización: el *Soldamatic* desarrollado por Seabery⁶ y el VRTEX®360 desarrollado por Lincoln Electric⁷. Se trata de equipos que utilizan la realidad aumentada para la formación en técnicas de soldadura. Se componen de una máscara para soldadura con pantalla de realidad aumentada tipo HMD, distintas herramientas para soldar (pinza, pistola), una superficie a soldar y un CPU que controla la interfaz de comunicación entre el estudiante, el software y los objetos. Los objetos y los movimientos corporales se digitalizan y se reproducen en modelos tridimensionales de síntesis que aparecen en la pantalla del HMD en tiempo real. Estos modelos son simulaciones isomorfas a los objetos y movimientos reales, pero al mismo tiempo se agregan otras imágenes que brindan información sobre el desarrollo de los actos corporales, información tal como ángulo de trabajo y avance, velocidad de alimentación, etcétera. Las imágenes que se agregan consisten en representaciones animadas de ejes cartesianos, flechas, agujas sobre líneas métricas, entre otras, que mediante las animaciones y los cambios de color funcionan como un sistema de retroalimentación máquina-estudiante en tiempo real. Por ejemplo, el objetivo puede ser que el estudiante logre *soldar* manteniendo siempre los indicadores en color verde, indicadores que ante el desvío de los actos corporales respecto a los datos introducidos en el

⁵ <http://www.intuitivesurgical.com/>

⁶ <http://www.seabery.es/>

⁷ <http://www.lincolnelectric.com>



software como *lo mejor esperable* cambian de color a rojo. Esta realidad *mixta* o *aumentada* es un ejemplo del diseño ergonómico que implica una traducción del lenguaje formal a un campo de imágenes sensorialmente perceptible que permite la proyección e interacción imaginaria de la persona sobre aquella realidad mixta, algo que otros autores han desarrollado como *sensorialidad virtual* (Buxó i Rey, 2003), o *eficacia metafórica* (Ceriani, 2010). Esto constituye una especie de *lenguaje pictórico* que guía al estudiante brindando información basada en los parámetros establecidos como ideales que se calculan mediante la minería de bases de datos biométricos existentes. Esto podría interpretarse como una forma de taylorización muy específica, posible gracias a los automatismos digitales, que pueden tender a guiar el desarrollo de la técnica mediante interfaces que transforman volúmenes de información inabarcables en imágenes perceptibles y pedagógicas. En la Universidad de Iowa se está indagando en qué medida es eficiente el paso de las técnicas desarrolladas con entrenamiento en realidad aumentada al terreno real, algunos de esos trabajos comparten conclusiones muy positivas al respecto (Stone, Watts, Zhong & Wei, 2010; Stone, Watts & Zhong, 2010 y Stone, McLaurin, Zhong & Watts, 2013). Otros usos para la realidad aumentada pueden ser: análisis de gráficos complejos (Belcher, Billingham, Hayes & Randy Stiles, 2003); sistemas de teleconferencias colaborativas (Kato & Billingham, 1999); utilización de sistemas SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) en conjunto con HMD, lo que permite, por ejemplo, ver contenido digital audio-visual en las paredes y muebles de una habitación (Salas-Moreno, Glocker, Kelly, & Davison, 2014); sistemas de asistencia para mecánicos en servicio técnico de automóviles⁸; entre otras muchas aplicaciones.

c) La tecnología CAVE consiste esencialmente en habitaciones cúbicas cuyas seis paredes son pantallas en las que se proyectan imágenes que construyen una simulación tridimensional mediante la fusión e interacción animada entre las mismas. El usuario puede utilizar lentes estereoscópicas o HMD para aumentar el nivel de inmersión. La habitación cuenta con un número variable de sensores que captan los movimientos corporales los cuales se traducen en inputs para el control de la simulación. Las CAVE se utilizan hace más de veinte años para investigación, exploración, prototipado, ingeniería, diseño, marketing, formación; en áreas como defensa, medicina, informática, química, psicología, etcétera; en universidades como la Universidad de Illinois-Chicago⁹, la Politecnica de Cataluña¹⁰ y la Universitat de Barcelona¹¹. Por ejemplo, desde el

⁸ http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html

⁹ <http://isl.beckman.illinois.edu/Labs/CAVE/CAVE.html>



Laboratorio de Visualización Electrónica de la Universidad de Illinois-Chicago¹² se investiga sobre diversas temáticas, tales como simulaciones en UHDV (Ultra High Definition Video) de estructuras atómicas en las que la inmersión posibilita *volar* mediante gestos corporales a través de las moléculas (Reda et al., 2013); se desarrolla un sistema de sonido que ajusta en tiempo real la *imagen de audio* generada para la simulación en función tanto de la posición del sujeto dentro de la CAVE como de su posición dentro de la simulación (Blewett, Pinkl & Dalle Molle, 2014). También se está desarrollando la representación gráfica de grandes volúmenes de datos con el fin de experimentar novedosas formas de examinar la información mediante inmersión en representaciones gráficas tridimensionales (Leigh et al., 2014). El grupo Renault utiliza una CAVE que en el interior lleva una butaca, un volante y demás controles de mando de un automóvil para generar un simulador inmersivo de conducción que, además de responder a dichos mandos, también captura los movimientos corporales del conductor para adecuar la simulación¹³. Ford Motor Company también incorporó la tecnología CAVE y la están utilizando entre otras cosas para experimentar novedosos prototipos de mandos diseñados para posibilitar la rentabilidad en la producción seriada con impresoras 3D¹⁴.

d) Los exoesqueletos consisten en estructuras mecánicas que se acoplan al cuerpo humano que, si bien cumplen la función de sostén tal como un esqueleto natural, también pueden complementar y/o mejorar las posibilidades del mismo: constituyen una aplicación de la tecnología electromecánica y digital de punta para el incremento de la efectividad de los actos corporales mediante la multiplicación de las capacidades del cuerpo. La mayoría de los proyectos revisados se desarrollan en el campo de la rehabilitación y en el militar. Por ejemplo, en el campo de la rehabilitación encontramos el proyecto HAL-5 (Hybrid Assistive Limb) desarrollado por la empresa japonesa Cyberdyne¹⁵, exoesqueleto de cuerpo completo con certificación ISO-13485 para uso médico en todo el mundo. Otros proyectos de uso médico son Rex, desarrollado y comercializado desde Nueva Zelanda por la empresa Rex Bionics¹⁶; el exoesqueleto ReWalk, desarrollado y comercializado

¹⁰ <http://www.upc.edu/saladeprensa/al-dia/mes-noticias/la-upc-construye-una-nueva-2018cave2019-de-realidad-virtual-de-altas-prestaciones-que-funciona-con-interaccion-gestual>

¹¹ http://www.ub.edu/web/ub/es/menu_eines/noticias/2011/11/075.html

¹² <https://www.evl.uic.edu/index.php>

¹³ <http://group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-has-acquired-the-worlds-most-realistic-simulator/>

¹⁴ <http://www.theinquirer.net/inquirer/feature/2268800/ford-shows-off-its-3d-cave-automatic-virtual-environment>

¹⁵ <http://www.cyberdyne.jp/english/>

¹⁶ <http://www.rexbionics.com/>

desde Israel por la empresa ReWalk Robotics¹⁷; el proyecto ExoAtlet, desarrollado y comercializado desde Rusia por la empresa ExoAtlet Design¹⁸; el eLegs de Ekso Bionics¹⁹ en Estados Unidos; y el proyecto LOPES, desarrollado desde el Departamento de Biomecánica de la Universidad de Twente en los Países Bajos²⁰. Entre los desarrollos para uso militar podemos encontrar el proyecto Hulc, también de Ekso Bionics y financiado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos²¹; y el exoesqueleto de cuerpo completo Raytheon Sarcos's XOS 2 desarrollado por la empresa Raytheon²² y financiado por el DARPA²³. La tecnología implica la lectura del funcionamiento mioeléctrico del cuerpo humano mediante sensores superficiales. Las lecturas permiten al exoesqueleto acompañar predictivamente el movimiento corporal del usuario, al mismo tiempo que puede complementarlo de distintas maneras. Por ejemplo, el exoesqueleto HAL-5 posibilita la concreción del movimiento de los miembros a personas que sufren de atrofia muscular; el Raytheon Sarcos's XOS 2 permite levantar 90 Kg sin que el usuario sienta peso alguno al desplazarse (Raytheon Company, 2009). Por otro lado, se está empezando a usar esta tecnología para otros tipos de tareas, por ejemplo un modelo de exoesqueleto HAL-5 readecuado está siendo utilizado por la empresa constructora Obayashi Corporation²⁴ para diversas tareas del rubro²⁵.

e) La captación digital de movimientos corporales (más conocido como MoCAP, por Motion Capture), para su reproducción virtual, es una tecnología en desarrollo desde hace décadas. Está basada en la fotogrametría y existen muy diversos sistemas, tales como captura electromecánica, electromagnética, óptica con marcadores y sin marcadores, por fibra óptica, por ultrasonido, sistemas inerciales, y distintas combinaciones entre todos ellos. La aplicación de esta tecnología se encuentra sobre todo en la generación realista de animaciones para películas y videojuegos, aunque también podemos encontrar cada vez más proyectos que buscan utilizar la MoCAP para la operación en telerobótica. Ejemplos de lo anterior son el sistema de captura inercial para telerobótica desarrollado en la Universidad de Nazarbayev que utiliza un traje de cuerpo completo para teleoperar un robot de Kuka-Robotics (Khassanov, Imanberdiyev & Varol, 2014). Otro

¹⁷ <http://www.rewalk.com/>

¹⁸ <http://www.exoatlet.ru/>

¹⁹ <http://intl.eksobionics.com/>

²⁰ <http://www.utwente.nl/ctw/bw/RESEARCH/PROJECTS/LOPES/INDEX.HTML>

²¹ <http://intl.eksobionics.com/ourstory>

²² <http://www.raytheon.com/>

²³ <http://www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us/>

²⁴ <http://www.obayashi.co.jp/english/>

²⁵ http://www.cyberdyne.jp/english/company/PressReleases_detail.html?id=1330



ejemplo es el sistema de teleoperación desarrollado en la Universidad Carlos III de Madrid el cual utiliza un sistema tipo Kinect de Xbox360²⁶ para teleoperar un robot Nao²⁷, desarrollo de Aldebaran-Robotics²⁸ (Alfaro Ballesteros, 2012). Un aspecto importante de esta tecnología es la posibilidad de captar digitalmente el movimiento del cuerpo para luego editarlo, modificarlo o perfeccionarlo antes de ser reproducido en una simulación o robóticamente. Esto puede realizarse mediante la corrección en tiempo real de los movimientos con la aplicación de algoritmos del software en función de parámetros introducidos como ideales o esperables, o bien de modo asincrónico editando las bases de datos (Cardle, Vlachos, Brooks, Keogh & Gunopulos, 2003). Al mismo tiempo, esta tecnología permite la reproducción digital infinita de una secuencia de actos ejecutados y captados una sola vez por una persona.

Las tecnologías descritas ponen en evidencia la posibilidad de transformación de los vínculos entre lo real, los actos de trabajo, las personas y los sistemas sociales. Equipos como el Da Vinci ubican al sujeto que lo opera desanclado del cuerpo real ubicándose en dos lugares distintos al mismo tiempo. Su encuentro con la resistencia de lo real al acto de trabajo se complejiza en tanto el cirujano se enfrenta, por un lado, a lo real del sistema artificial de digitalización, procesamiento y reproducción de movimiento (que implica cambios en el registro imaginario del propio cuerpo); y al mismo tiempo y sólo a través de aquel, se enfrenta a lo real del paciente, mediando entre éste último y el médico una serie de automatismos digitales que constituyen un real en sí mismo, pero artificial. En términos ontológicos, tomando el antiguo dilema acerca de lo real de nuestro conocimiento respecto a lo real del mundo, podemos introducir una dimensión de *real intermedio* que posibilita una interrogación nueva acerca de lo real; por ejemplo en este caso, el médico que opera podría ser engañado por la simulación, y realizar actos que no tienen efectos en lo real pese a que él así lo crea, o que tienen otros efectos en lo real de los que él mismo cree (por ejemplo, operar otro sujeto del que cree estar operando mediante la manipulación digital del rostro). Tal como se ejemplifica a propósito de la tecnología de captación de movimientos, la digitalización de los mismos no solo permite su reproducción asincrónica y seriada, sino también su edición sincrónica o diferida respecto al momento de su captación, de esta manera el sistema puede eliminar movimientos no deseados como fallas del pulso, puede completar movimientos ejecutados de manera incompleta, o

²⁶ <http://www.xbox.com/es-AR/Xbox360/Accessories/Kinect/Home>

²⁷ <https://www.aldebaran.com/en/humanoid-robot/nao-robot>

²⁸ <https://www.aldebaran.com/en>



bien un simple movimiento del dedo sobre una pantalla táctil puede traducirse en una incisión precisa en el cuerpo del paciente realizada por un brazo robótico gracias a la puesta en operación de cientos de automatismos digitales lógicamente ejecutados.

Por otro lado, se presentan nuevas líneas de investigación y aplicación en campos como la ergonomía debido a la posibilidad de, mediante imágenes, propiciar la interacción entre el lenguaje formal de lo digital y los registros imaginarios de las personas. Según lo descripto a propósito de la utilización de la realidad aumentada en procesos de aprendizaje, se podría señalar que estas representaciones de lo formal en imágenes *aumentan* el campo imaginario del cual puede participar el cuerpo. Esto posibilita una forma de *taylorización digital agravada* dado que es a partir de la acumulación de datos biométricos configuran una memoria digital que tiende a permanecer inmutable y manipulable, y en función de la cual se establece un desempeño esperable, ideal pero lógicamente demostrable. Los sensores específicos del hardware registran cientos de datos sobre el desempeño del sujeto actuante y lo contrastan con el esperable dando una nueva forma de operación del *the best way* de Taylor. Y decimos *taylorismo agravado* por cuanto el taylorismo original presuponía necesariamente en un segundo tiempo un cuerpo trabajador, pero en este caso, la captación del movimiento corporal puede reproducirse infinitamente en un sistema robótico, lo cual agrava la extracción del saber corporal al trabajador y habilita nuevas formas de pensar el concepto marxista de plusvalía. Por otro lado, la efectividad del acto en la modificación de lo real solo se puede registrar en ese real simulado o *a posteriori* en una aplicación práctica de la técnica y esto complejiza el proceso de reconocimiento del hacer, tanto por parte del propio actuante como interpersonalmente, lo que, junto a las formas de memoria digital, puede introducir cambios en las dinámicas de construcción de las tradiciones colectivas. En función de lo anterior, a modo de ejemplo, se podrían diseñar novedosos procesos de capacitación mediados por estas tecnologías que tiendan a transformar la dinámica entre el saber diseñado y el saber efectivamente ejecutado por un sujeto.

La transformación de la relación antropológica del sujeto con sus actos de trabajo puede llevar a reformulaciones importantes en, por ejemplo: a) distintos campos de investigación, un ejemplo de ello es la posibilidad de exploración audio-visual inmersiva de modelos explicativos actuales como la realizada en el trabajo de Reda et al (2013), donde los autores llegan a la importante conclusión de que el sistema convencional de representación de las superficies moleculares a veces se presenta

“*semantically inappropriate*”²⁹ (semánticamente inapropiado) para las simulaciones de materiales diseñados a escala nanométrica y su aplicación en energía alternativa; b) procesos productivos, un ejemplo de ello es la posibilidad de la experimentación simulada, la cual disminuye el costo en el desarrollo de nuevos procesos de fabricación, tal como se ejemplifica en la utilización que Ford Motor Company está haciendo de las cuevas de inmersión virtual y la impresión 3D; c) en la interacción cotidiana con el mundo mediante tecnologías de consumo masivo, por ejemplo las aplicaciones de realidad aumentada para los Smartphone, que entre otras cosas, pueden presentar objetos virtuales mixturados con las paredes y muebles de un espacio real³⁰, o aplicaciones de teleoperación que permiten manejar remotamente un automóvil particular³¹ a partir de interfaces gráficas sencillas.

Conclusión

Las tecnologías descritas suponen profundos impactos potenciales en pleno proceso de expansión y pueden sentar las bases de una transformación radical de las sociedades humanas en general y del mundo del trabajo en particular. Este proceso ya se ha iniciado pese a que el impacto de estas tecnologías es aún marginal en el mundo del trabajo. De todos modos puede preverse, en sentido prospectivo, que su incidencia en el trabajo será progresiva con impactos en los propios procesos de trabajo, pero también en el cuerpo social del cual el trabajo sigue siendo un componente estructurante fundamental en lo subjetivo y lo objetivo. Los impactos pueden preverse en los sistemas de intercambio, en las posibilidades de los actos humanos, en la propiedad del acto de trabajo, en la estratificación social, en la apropiación diferencial de estas tecnologías por parte de sujetos, clases, estados, regiones. Todo ello supone problemáticas sociopolíticas y socioeconómicas sustanciales.

En esta ponencia, no obstante pretendimos focalizarnos en el nudo antropológico de la transformación de la relación del sujeto con su propia corporalidad en el acto de trabajo. Las tecnologías digitales han ampliado la virtualidad propia del ser humano producto del lenguaje como

²⁹ Reda et al. pp. 65

³⁰ Como la aplicación de Augment, se puede ver en <http://augmentedev.com/>

³¹ Como una versión del modelo Range Rover desarrollado por Jaguar Land Rover que puede ser manejado desde un Smartphone. Ver en http://newsroom.jaguarlandrover.com/en-in/jlr-corp/news/2015/06/jlr_showcase_remote_control_range_rover_sport_150615/



sistema mediatizador de su vínculo con lo real, y esta amplificación ha supuesto la posibilidad de que la corporalidad se desprenda del cuerpo físico que la soporta, extendiéndola en múltiples espacios virtuales y físicos de actuación. Este fenómeno excede al objeto social trabajo, no obstante, es en el mismo donde el anclaje transformador manifiesta su mayor potencia transformadora, abriendo interrogantes acerca del signo de dicha transformación y un ejercicio prospectivo de las transformaciones que acaecerán.

Bibliografía

- Alfaro Ballesteros, S. (2012). Sistema de teleoperación mediante una interfaz natural de usuario. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Moisés Martínez Muñoz. Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible el 03/06/15 en <http://hdl.handle.net/10016/16682>
- Al-Rubaey, R. F. (2014). Robotic Surgery and Tele-Surgery: A Review Article. Medical Journal of Babylon – Vol. 11 – No. 3. Babylon General Directory of Health, Hilla Teaching General Hospital, Hilla, Iraq. Disponible el 03/06/15 en <http://www.medicaljb.com/article.aspx?jrid=871>
- Belcher, D., Billingham, M., Hayes, SE., & Stiles. R. (2003). Using Augmented Reality for Visualizing Complex Graphs in Three Dimensions. Universidad de Washington, EEUU; Universidad de Canterbury, Nueva Zelanda; Lockheed Martin Corporation. ISMAR 2003. Disponible el 02/06/15 en <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/ISMAR2003draft2.pdf>
- Blewett, M., Pinkl, J., & Dalle Molle, B. (2014). Dynamic Audio Imaging in Radial Virtual Reality Environments. Electronic Visualization Laboratory, University of Illinois at Chicago, Chicago, IL, 60607, USA. Disponible el 31/05/15 en <https://www.evl.uic.edu/entry.php?id=1650>
- Buxó i Rey, Ma J. (2003). Sensorialidad virtual y realidad artificial. Anuario del Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica. Pp. 275-292. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Disponible el 31/05/15 en <http://repositorio.cesmecca.mx/handle/cesmecca/352>
- Cardle, M., Vlachos, M., Brooks, S., Keogh, E., & Gunopulos, D. (2003). Fast Motion Capture Matching with Replicated Motion Editing. Universidad de Cambridge & Universidad de California, Riverside. SIGGRAPH. Disponible el 02/06/15 en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.13.9764>
- Ceriani, A. (2010). Espacio digital y cuerpo. Revista Arte e Investigación; año 13, no. 7, pp. 56-60. Facultad de Bellas Artes, UNLP. ISSN-2324. Disponible el 30/05/15 en <http://hdl.handle.net/10915/39485>



- Dejours, C. (1998). El factor humano. PIETTE/CONICET. Buenos Aires.
- Gerrero Cuevas, B., & Valero Aguayo, L. (2013). Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 13, 2, pp. 163-178. Universidad de Málaga, España. Disponible el 03/06/15 en http://www.researchgate.net/publication/261144647_Efectos_secundarios_tras_el_uso_de_realidad_virtual_inmersiva_en_un_videojuego
- Hine, C. (2000). *Etnografía Virtual*. Editorial UOC (2004). Barcelona.
- Iñaky, A. (2000). Arquitecturas de Teleoperación con Reflexión de Fuerza sobre un Sistema Master-Slave de 2 GDL. Proyecto para titulación de Ingeniero Industrial. Dirección del proyecto: Dr. Ing. Ind. Ángel Rubio. Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Gipuzkoa. Universidad de Navarra. Disponible el 03/06/15 en <http://www4.tecnun.es/asignaturas/control1/proyectos/teleop2D/indice.htm>
- Lacan, Jacques (1992). *El reverso del psicoanálisis*. Paidós. Buenos Aires.
- Le Breton, David (2002). *La sociología del cuerpo*. Nueva Visión. Buenos Aires.
- Leigh, J., Johnson A., Renabot, L., Vishwanath, V., Peterka, T., & Schwarz, N. (2014). Visualization of Large-Scale Distributed Data. *Proceedings of the 2014 BELIV Workshop: Beyond Time and Errors: Novel Evaluation Methods for Visualization*, Paris, France. Disponible el 31/05/15 en <https://www.evl.uic.edu/entry.php?id=2057>
- Lombardi, G. (2008). *Clínica y Lógica de la Autorreferencia: Cantor, Gödel, Turing*. Letra Viva. Buenos Aires.
- Negroponte, N. (1995). *Ser Digital*. Ediciones B, Buenos Aires.
- Parente, D. (2010). *Del órgano al artefacto. Acerca de la dimensión biocultural de la técnica*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Quéau, P. (1995). *Lo Virtual. Virtudes y Vértigos*. Ediciones Paidós. Barcelona.
- Raytheon Company (2009). *Technology Today. Raytheon's Culture of Innovation*. ISSUE 1. Disponible el 01/06/15 en http://www.raytheon.com/news/technology_today/2014_i1/archive.html
- Reda, K., Knoll, A., Nomura, K., Papka, M. E., Johnson, A. E., & Leigh, J. (2013). Visualizing Large-Scale Atomistic Simulations in Ultra-Resolution Immersive Environments. *IEEE Symposium on Large Data Analysis and Visualization 2013* October 13 - 14, Atlanta, Georgia, USA. Disponible el 31/05/15 en <https://www.evl.uic.edu/entry.php?id=1632>



- Salas-Moreno, R. F., Glocker, B., Kelly, P. H. J., & Davison, A. J. (2014). Dense Planar SLAM, in Proc. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), IEEE, September 2014. Disponible el 02/06/15 en http://www.doc.ic.ac.uk/~rfs09/docs/salas-moreno_ismar2014.pdf
- San Emeterio, César (2011). *La reconfiguración de la subjetividad en el trabajo contemporáneo*. Ponencia presentada en el X Congreso Nacional de Estudios del Trabajo. Organizado por la Asociación Argentina de Especialistas en Estudios del Trabajo (ASET). Facultad Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Agosto.
- San Emeterio, César (2012). *Cuerpo, saber, técnica y tecnología*. Ponencia presentada en el 3rd International Colloquium of Philosophy of Technology Technical Worlds: Ontological, Epistemological and Normative Aspects of Artificiality, Villa General Belgrano, Argentina.
- San Emeterio, César (2013). *Automatismos corporales y automatismos tecnológicos en el marco del debate por el futuro del trabajo humano*. Trabajo presentado en 11º Congreso Nacional de Estudios del trabajo. Organizado por la Asociación Argentina de Especialistas en Estudios del Trabajo. Buenos Aires.
- Stone, R. T., McLaurin, E., Zhong, P., & Watts, K. (2013). Full Virtual Reality vs. Integrated Virtual Reality Training in Welding. Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y de Manufactura. Universidad de Iowa. EE UU. Disponible el 02/06/15 en <http://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/training-equipment/Pages/vrtex360.aspx>
- Stone, R. T., Watts, K., & Zhong, P. (2010). Virtual Reality Integrated Weld Training. A scientific evaluation of training potential, cost effectiveness and implication for effective team learning. Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y de Manufactura. Universidad de Iowa. EE UU. Disponible el 02/06/15 en <http://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/training-equipment/Pages/vrtex360.aspx>
- Stone, R. T., Watts, K., Zhong, P., & Wei, C. S. (2010). Physical and Cognitive Effects of Virtual Reality Integrated Training. Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y de Manufactura. Universidad de Iowa. EE UU. Disponible el 02/06/15 en <http://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/training-equipment/Pages/vrtex360.aspx>
- Valderrama, A. (2004). Teoría y Crítica de la Construcción Social de la Tecnología. Revista Colombiana de Sociología – No. 23 – pp. 217-233. ISSN 0120-159X. Disponible el 03/06/15 en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/recs/article/download/11278/11937>



Resumen

En la presente ponencia trabajamos centralmente sobre el problema de la progresiva redefinición antropológica del trabajo humano producto del desarrollo de tecnologías que actúan de manera directa en la relación cuerpo y real a transformar mediante el proceso de trabajo. Asimismo, presentamos algunas implicancias subjetivas y objetivas producto de dicha reconfiguración.

Estas nuevas realidades tecnológicas suponen posibilidades inéditas a la efectuación del acto de trabajo, considerado éste en una compleja interfaz entre cuerpo y tecnología, colectivos de trabajo, fenómeno organizacional, ordenamiento social y entorno sociopolítico regional y global.

Del conjunto de nuevas tecnologías, focalizamos en cuatro que son centrales en la relación corporal del sujeto con el acto de trabajo. Ellas son: a) realidad aumentada aplicada a sistemas de inmersión 3D para el aprendizaje de habilidades; b) Cuevas de Inmersión Virtual: llamadas “CAVE” (de Cave Automatic Virtual Environment), donde el cuerpo físico es utilizado como joystick para computadoras que copian en tiempo real todos los movimientos y los traducen en distintos órdenes en espacios de simulación virtual; c) exoesqueletos que posibilitan la expansión motora de los movimientos corporales; y d) captación digital de movimientos corporales para su reproducción virtual, lo que implica a su vez, la posibilidad de reproducción sin fin de actos idénticos mediante sistemas robóticos.

Todas ellas suponen profundos impactos potenciales en pleno proceso de expansión y pueden sentar las bases de una transformación radical en diversos órdenes, proceso ya iniciado aunque de manera todavía marginal: cambios en los sistemas de intercambio, en las posibilidades de los actos humanos, en la propiedad del acto de trabajo, en la estratificación social, en la apropiación diferencial de estas tecnologías. Todo ello supone problemáticas sociopolíticas y socioeconómicas sustanciales.

En esta ponencia, no obstante pretendemos focalizarnos en el nudo antropológico de la transformación de la relación del sujeto con su propia corporalidad en el acto de trabajo. Las tecnologías digitales han ampliado la virtualidad propia del ser humano producto del lenguaje como sistema mediatizador de su vínculo con lo real, y esta amplificación ha supuesto la posibilidad de



CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIOS DEL TRABAJO
EL TRABAJO EN SU LABERINTO. VIEJOS Y NUEVOS DESAFÍOS.
BUENOS AIRES, 5, 6 Y 7 DE AGOSTO DE 2015.

aset
ASOCIACIÓN ARGENTINA
DE ESPECIALISTAS EN
ESTUDIOS DEL TRABAJO

que la corporalidad se desprenda del cuerpo físico que la soporta, extendiéndola en múltiples espacios virtuales y físicos de actuación. Este fenómeno excede al objeto social trabajo, no obstante es en el mismo donde el anclaje transformador manifiesta su mayor potencia transformadora, abriendo interrogantes acerca del signo de dicha transformación y un ejercicio prospectivo de las transformaciones que acaecerán.

Tres palabras clave: acto de trabajo, corporalidad, nuevas tecnologías