

Hipertextos.

Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate

ARTÍCULOS

Cómo una máquina aprende y falla - Una gramática del error para la Inteligencia Artificial. *Matteo Pasquinelli*

La efectividad de las iniciativas del gobierno brasileño para software libre y de código abierto. *Flávio Gomes da Silva Lisboa y Marilene Zazula Beatriz*

¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina? *Hernán Morero, Pablo Ortiz, Jorge Motta y Esmeralda Dávila*

La usabilidad de la usabilidad: Análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos. *Victoria Díaz, Lorena Paz, Mariela Secchi y Natalia Paratore Garbarino*

Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente. *Fernando Peirone*

De la ingeniería heterogénea a las transiciones sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT). *Matthieu Hubert y Dominique Vinck*

RESEÑA

Hacia un salto de escala en la imaginación social. *Pablo Esteban Rodríguez*

DEBATE

Redes sociales: un cambio en las relaciones laborales. *Rodrigo Iglesias*

Hipertextos

Capitalismo, Técnica y Sociedad
en debate

Hipertextos es una publicación académica de ciencias sociales semestral con referato externo, editada en forma conjunta por el colectivo de investigadores y docentes de la Cátedra de Informática y Relaciones Sociales de la Carrera de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires (UBA), el Equipo e-TCS (Centro CTS, Universidad Maimónides), la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf). Su mirada e interés abarca diversos aspectos del capitalismo actual, con un particular énfasis en el conocimiento y la técnica en general, y la informática y las tecnologías digitales en particular, interrogando acerca de las diversas consecuencias sociales, culturales, económicas y políticas de su penetración en la sociedad.

Hipertextos. Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate.

Publicación conjunta de equipo e-TCS, centro CTS Universidad Maimónides; Cátedra Informática y Relaciones Sociales, Facultad de Ciencias Sociales - Universidad de Buenos Aires (UBA); Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf).

Hipertextos. Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate.- Vol. 10 N° 17
Ciudad de Buenos Aires, Enero/Junio, año 2022.

ISSN 2314-3924



Hipertextos se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported.

Hipertextos

Capitalismo, Técnica y Sociedad
en debate

Volumen 10 Número 17
Enero/Junio de 2022
Ciudad de Buenos Aires

Directora

Martina Lassalle (IIGG-UBA)

Comité Científico Asesor

- Atilio Borón (CLACSO)
- Beatriz Busaniche (Fundación Vía Libre)
- Valentina Delich (FLACSO)
- Emilio De Ípola (CONICET)
- Esther Díaz (UBA)
- Christian Ferrer (UBA)
- Susana Finquelievich (CONICET)
- Néstor Kohan (UBA)
- Pablo Kreimer (CONICET)
- Silvia Lago Martínez (UBA)
- Mario Margulis (UBA)
- Pablo Míguez (UNGS)
- Alejandro Piscitelli (UBA)
- Luis Alberto Quevedo (FLACSO)
- Martha Roldán (CONICET)
- Agustín Salvia (CONICET)
- Federico Schuster (UBA)
- Sebastián Sztulwark (UNGS)
- Hernán Thomas (UNQ)
- Fernando Tula Molina (UNQ)
- Marcelo Urresti (UBA)
- Ariel Vercelli (CONICET)
- Ana Wortman(UBA)

Consejo Editorial

- Emilio Cafassi (UBA)
- Lucila Dughera (CONICET-eTCS-Umai)
- Martín Gendler (IIGG-CONICET-UBA)
- Martina Lassalle (IIGG-UBA)
- Ana Marotias (UBA-UNRaf)
- Carolina Monti (CONICET-UNLP)
- Hernán Peckaitis (FSOC-UBA- e-TCS - Umai)
- Ignacio Perrone (UBA)
- Guillermo Quiña (CONICET/UNRN-UNCo)
- Andrés Rabosto (CONICET-eTCS-Umai)
- María Belén Romero (UNRaf)
- Guillermina Yansen (CONICET-eTCS-Umai-UBA)
- Graciana Zarauza (CONICET-e-TCS-Umai-UNLP)
- Mariano Zukerfeld (CONICET-e-TCS-Umai-UBA)

Editor en Jefe

Martín Gendler (IIGG-CONICET-UBA)

Índice

Editorial7

Artículos

Cómo una máquina aprende y falla – Una gramática del error para la Inteligencia Artificial. *Por Matteo Pasquinelli*..... 13

La efectividad de las iniciativas del gobierno brasileño para software libre y código abierto. *Por Flávio Gomes da Silva Lisboa y Marilene Zazula Beatriz*..... 31

¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina?. *Por Hernán Morero, Pablo Ortiz, Jorge Motta y Esmeralda Dávila* 51

La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos. *Por Victoria Díaz, Lorena Paz, Mariela Secchi y Natalia Paratore Garbarino*..... 77

Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente. *Por Fernando Peirone* 101

Artículos: Tecnologías más allá de lo digital

De la ingeniería heterogénea a las transiciones sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT). *Por Matthieu Hubert y Dominique Vinck* 121

Reseña

Hacia un salto de escala en la imaginación social. Reseña de *Tecnoceno* (Taurus, 2021) de Flavia Costa. *Por Pablo “Manolo” Rodríguez* 145

Debate

Redes Sociales: un cambio en las relaciones laborales. *Por Rodrigo Iglesias* 151

La Revista

Instrucciones para autores..... 156

Objetivos y alcances 157

Contacto y envío de artículos..... 159

Editorial

Cómo citar: Dirección y Consejo editor Hipertextos (2022). Editorial. N° 17. *Revista Hipertextos*, 10(17), pp. 7-12.

Junto con la salida del número 17, el comité editorial de la Revista Hipertextos celebra, una vez más, el inicio de una nueva etapa en la gestión de la revista, reafirmando con ello el principio de rotación de los cargos de Editor/a y Director/a que ha estado presente desde los inicios de la revista. En esta oportunidad, y durante dos años, Martín Gendler ocupará el rol de Editor en Jefe y Martina Lassalle el rol de Directora. Asimismo, celebramos la incorporación de dos nuevos miembros a nuestro comité editorial: Graciana Zarauza y Hernán Peckaitis.

Como ya es habitual, el colectivo de Hipertextos retoma en sus editoriales algunas problemáticas actuales que resultan afines a los intereses y/o vocaciones de la revista. Poco tiempo antes de la salida de este número se conoció que el gobierno británico aprobó la extradición de Julian Assange, fundador de WikiLeaks, quien podría ser condenado a 175 años de prisión en Estados Unidos por haber difundido documentos clasificados que mostraban, entre otras cosas, los abusos cometidos por ese país en Irak y Afganistán. En la Editorial del número 11, este comité ya había señalado que el arresto de Assange en 2019 dejaba ver, además de la violación del derecho internacional y de los fundamentos humanistas del instituto del asilo, un ataque a las formas colectivas de distribución informativa y cultural como las “wikis” (Dirección y Consejo Editor Hipertextos, 2019). En aquel momento, también, sostuvimos, que este caso exhibe cómo las principales empresas de la industria de plataformas (Facebook, Google, Apple, Amazon, Microsoft, entre otras) colaboraron con el espionaje político y económico de la National Security Agency (NSA) aportando sus bases de datos y contribuyendo a reafirmar la hegemonía estadounidense. Se trata además de un caso que muestra, una vez más, la relevancia social y política de reflexionar en torno al problema de la enorme circulación de datos, la vigilancia y la privacidad en el capitalismo actual; todos ellos temas de gran interés para esta revista y que diversos trabajos publicados en números anteriores han analizado (ver, por ejemplo, Andrade 2017; Gendler, 2019; y Magnani, 2021).

Otro de los tópicos más relevantes de los últimos meses consistió en la noticia de la compra de la red social Twitter por parte del magnate Elon Musk. Si bien en mayo todo parecía propicio para que se concrete la transacción, diversos motivos han estancado las negociaciones hasta la fecha de escritura de esta editorial. La hipotética compra de esta plataforma por parte de Musk no solo implicaría un cambio de manos en cuanto a la propiedad de la misma, sino que se han anunciado y anticipado diversos cambios en lo que respecta a la interfaz, mecanismos de recomendación algorítmica, política de bots y trolls, entre un enorme etcétera que podría implicar nuevas perspectivas en la codificación de la sociabilidad y las prácticas.

Cabe también destacar otro hecho relevante surgido en abril como fue la estrepitosa caída de las acciones de la plataforma de *suscripción video on demand* (SVOD) Netflix. Por primera vez desde que esta empresa desarrolló su sistema de video por *streaming* en 2010 (Siri, 2016), se reveló que había sufrido una baja en sus suscriptores trimestrales lo cual ocasionó una caída del valor de sus

acciones reportando una pérdida del 35%. Si bien la explicación es multicausal, incluyendo las consecuencias de la suspensión del servicio de Netflix en Rusia con motivo de la guerra de este país con Ucrania, desde el discurso público se apuntó principalmente a representar la caída de suscriptores como efectos de la “guerra del streaming” que estaría sosteniendo Netflix con otras plataformas de SVOD como Amazon Prime Video, Disney+, HBO Max, Paramount+, Hulu, entre otras. Todo este movimiento ha ocasionado que Netflix anuncie que se encuentra contemplando cambios en su modelo de negocio y en la operatoria de su plataforma que podrían recaer por ejemplo en la prohibición tajante de compartir cuentas entre distintos usuarios, la creación de planes con publicidad, entre otras. Aspectos que podrían implicar un punto de inflexión en la forma en que se producen y consumen estos contenidos digitales.

Otros temas de gran actualidad y relevancia merecen indudablemente atención. Entre ellos, puede mencionarse la discusión abierta en relación al carácter anónimo de los datos del último censo poblacional digital; las discusiones en el campo educativo sobre si los encuentros sincrónicos por videoconferencia pueden considerarse Educación a Distancia¹; el funcionamiento de las criptomonedas; tanto como la Ley de Servicios Digitales aprobada en la Unión Europea para regular el funcionamiento de las grandes empresas tecnológicas. Recordamos a lxs lectorxs y a lxs autorxs que la Revista Hipertextos posee una sección de Debates en la que se pretenden discutir tópicos de actualidad afines a los intereses de la revista, y lxs invitamos a enviar sus contribuciones para polemizar, discutir y profundizar sobre estas u otras problemáticas.

Los artículos que componen este número

Como en ediciones anteriores, el número 17 de la Revista Hipertextos comienza con una traducción al español que busca acercar a lxs lectores de habla hispana un texto que esboza una gramática general del aprendizaje automático, destacando sus límites, sesgos, errores y vulnerabilidades. Publicado originalmente en inglés, el trabajo “*Cómo una máquina aprende y falla – Una gramática del error para la Inteligencia Artificial*”, de Mateo Pasquinelli, subraya que los límites lógicos de los modelos estadísticos utilizados en el aprendizaje automático producen o amplifican los sesgos (del mundo, de los datos y del algoritmo), provocando así errores de clasificación y predicción. Además, sugiere que el grado de comprensión de la información por parte de estos modelos estadísticos provoca una pérdida de información también con respecto a la granularidad de las categorías y taxonomías, lo cual se traduce en una pérdida de diversidad social y cultural. Finalmente, el artículo señala que el principal efecto del aprendizaje automático para el conjunto de la sociedad es la normalización cultural y social.

A continuación, lxs lectores encontrarán dos artículos que abordan una problemática de gran interés para esta revista: la producción y el uso de software libre². El primero de ellos, titulado “*La efectividad de las iniciativas del gobierno brasileño para software libre y código abierto*”, de Flávio Gomes

¹ En relación a esta cuestión, se sugiere ver el texto de Marotias (2020) publicado en la sección debates de esta revista.

² Diversos trabajos publicados en números previos de Hipertextos han examinado distintas aristas de esta problemática. Se sugiere ver, por ejemplo, los artículos de Birkinbine (2019), Roca (2020), e Isoglio (2021).

da Silva Lisboa y Marilene Zazula Beatriz, analiza la situación del FLOSS³ en el estado brasileño, y presenta algunos datos sobre su producción y uso por parte de instituciones estatales brasileñas. Al mismo tiempo, los autorxs proponen un diálogo con los análisis que, en 2016, Birkinbine realizara en torno a la efectividad de los proyectos de software libre y de código abierto dentro de las instituciones estatales brasileñas. En relación con esto, cabe señalar que, en el número 8 de Hipertextos, fue publicada una traducción al español de un artículo de Birkinbine (2019) que aborda las contradicciones inherentes en la relación entre el capital y los comunes, y que puede complementar y enriquecer la lectura del trabajo de Gomes da Silva Lisboa y de Zazula Beatriz.

El segundo de los textos que en este número aborda esta problemática se titula “¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina?”, y se propone aportar estadísticas sobre el caso argentino respecto de la relevancia del FLOSS a nivel de producción empresarial. Utilizando la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”, Hernán Morero, Pablo Ortiz, Jorge Motta y Esmeralda Dávila concluyen que la mayor parte de las empresas de software de la muestra produce o utiliza software libre u *open source*, pero que no hay diferencias estadísticamente significativas ni en el tamaño, ni en el comportamiento o el desempeño entre las empresas que producen y/o proveen servicios en base a FLOSS y las no FLOSS.

“La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos”, de Victoria Díaz, Lorena Paz, Mariela Secchi y Natalia Paratore Garbarino, examina la labor de las y los investigadores de Experiencia de Usuario (UX, por sus siglas en inglés) a la hora de realizar pruebas de usabilidad. Empleando una combinación de métodos, tales como la exploración, la inspección e indagación, el análisis de datos secundarios y la construcción de datos primarios que surge de la sistematización de experiencias propias como investigadoras UX, las autoras analizan las implicancias metodológicas de la tríada “usuario-contexto-tarea” en el marco de nuevas lógicas y entornos laborales que están emergiendo. Al mismo tiempo, sostienen que existe un nuevo tipo de prueba, *la prueba de usabilidad híbrida*, que obliga a una reinterpretación de los entornos investigativos para mensurar científicamente la UX, y así profesionalizar la labor de los/as investigadores/as.

El siguiente artículo que compone el número es de Fernando Peirone y se titula “Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente”. Aquí, a partir de un estudio de caso realizado en Arbusta, el autor aborda el impulso resolutivo e innovador de los jóvenes que se socializaron junto a las tecnologías informacionales, y lo analiza como un emergente de la necesidad de afrontar dificultades socio-técnicas que no cuentan con el respaldo de experiencias anteriores, y como una condición de posibilidad para el desarrollo de saberes tecnosociales que cada vez presentan una mayor gama de aplicabilidad. Además, el análisis de Peirone busca mostrar la transversalidad socioeconómica de ese rasgo generacional que se ha extendido al conjunto de la sociedad, y que cuenta con experiencias que están reconfigurando los rasgos culturales de la época⁴.

³ Las siglas refieren a ‘Free/libre and open-source software’.

⁴ Dos tópicos que han sido frecuentemente abordados por Hipertextos atraviesan los análisis y problemas planteados por este autor: por un lado, los vínculos entre tecnologías digitales y educación y, por otro, el trabajo

El último artículo incluido en este número, *“De la ingeniería heterogénea a las transiciones*

sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT)”, es parte de la sección “Tecnologías más allá de lo digital”. En este trabajo, Matthieu Hubert y Dominique Vinck analizan las Micro y Nano Tecnologías (MNT) como un caso de transición sociotécnica y emplean el concepto de “ingeniería heterogénea” para explicar la capacidad de transformación social de las prácticas tecnocientíficas en varios sitios claves de esta transición, tales como los comités internacionales donde se definen prioridades tecnológicas y hojas de ruta; los laboratorios donde se inventan y diseñan nuevos dispositivos técnicos; las plataformas de experimentación y transferencia de tecnología hacia la industria; y los grandes programas de investigación y desarrollo. A partir de ello, los autores se proponen mostrar que la teoría del actor-red permite dar cuenta de una transición sociotécnica completa, desde el diseño de hojas de rutas para los laboratorios de I+D hasta la difusión de nuevos dispositivos técnicos en la sociedad, sin renunciar a “seguir los actores” y sus prácticas concretas y situadas.

Reseña y Debate

Además de los artículos de investigación anteriormente reseñados, este número también incluye la reseña de un libro recientemente publicado, y un debate de coyuntura que reflexiona en torno a una problemática de gran relevancia y actualidad. Pablo “Manolo” Rodríguez reseña el libro “Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida”, de Flavia Costa (Editorial Taurus, 2021). En su texto titulado *“Hacia un salto en la escala de la imaginación”*, Rodríguez señala que se trata de un libro pródigo en datos y situaciones que caracterizan al “nuevo orden informacional”. El tecnoceno, definido como la época en que la humanidad se convirtió en un agente geológico en la medida en que las transformaciones que genera son irreversibles, es la era de los “accidentes normales”, previsibles pero a la vez inevitables, donde se producen por un lado “acoplamiento fuertes” (procesos a gran velocidad que no pueden ser detenidos) y por el otro “interacciones inesperadas” entre componentes del sistema por fuera de la secuencia prevista por su diseño. Una era caracterizada por un estado de crisis permanente, consustancial al capitalismo pero particularmente “irracional” en su manifestación contemporánea, que la pandemia del coronavirus simplemente puso en blanco y negro. Según Rodríguez, con el concepto de Tecnoceno, Costa no busca dar otro nombre a la ya conocida crisis ecológica desdoblada ahora en su faz de pandemia recurrente, sino que ilumina más bien una alteración de las escalas que conectan lo infraindividual con lo macroestructural, los registros y las biomoléculas con la logística de las grandes plataformas; todo lo cual exige una comprensión adicional por parte de las ciencias sociales. Esta interpelación a las ciencias sociales, en un momento en que se encuentra en jaque la distinción entre técnica y cultura que presidió la constitución misma de las ciencias sociales y humanas, es, según Rodríguez, un gran aporte de este libro. Finalmente, la reseña de Rodríguez subraya el carácter crítico, no catastrofista y propositivo de los análisis de Costa, resaltando al mismo tiempo la rigurosidad de su mirada teórica que le permite ordenar una realidad que inicialmente puede resultar muy caótica.

informacional. Respecto del primero de ellos, cabe señalar los diversos artículos que componen el número temático publicado en 2018 (Dirección y Consejo Editor Hipertextos, 2018), y también otros trabajos como los de Torres (2019), Soto (2020) y Peirone (2020). Asimismo, pueden resultar de interés para el lector los análisis de Bustos (2019) y de Schmidt (2020) sobre trabajo informacional.

Por su parte, el debate de coyuntura nos invita a reflexionar sobre la problemática de la regulación en redes sociales y sus vínculos con el derecho; específicamente, con el derecho laboral. En el texto titulado “Redes sociales: un cambio en las relaciones laborales”, Rodrigo Iglesias problematiza quiénes son los principales generadores de contenido en las distintas redes sociales, si puede pensarse que allí existe cierto tipo de contrato laboral y las responsabilidades que estas actividades conllevan. En este sentido, argumenta que la producción de contenido debe entenderse como un trabajo, que la relación de quienes generan contenidos con cada red social es una relación laboral directa, y la posibilidad de emergencia de demandas laborales al respecto. De igual modo, sostiene que el derecho actual deberá emplearse de manera diferente, que es posible que una ley especial deba sancionarse, y que nueva doctrina y jurisprudencia deberá ser producida por los jueces. Por otro lado, Iglesias también reconoce que, más allá de la cuestión de los derechos laborales, existen otras problemáticas que atraviesan la actividad de los generadores de contenidos en redes sociales. Entre ellas, destaca la negligencia de algunas publicaciones y subraya el rol fundamental de los abogados para detectar las publicaciones “de alto riesgo”.

Referencias

- Andrade, M. A. (2017). El rol de Google y Facebook en la circulación de información en Internet: qué son los fenómenos de profiling y filter bubble y qué implicancias tienen en los debates sobre responsabilidad de intermediarios. *Hipertextos*, 5(7), 85–98. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/article/view/7761>
- Bustos, G. (2019). Más allá del fin, más acá del futuro: un análisis de las narrativas sobre el “futuro del trabajo” ante la “transición tecnológica”. *Hipertextos*, 7(11), 27–83. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/article/view/7749>
- Gendler, M. (2019). Sociedades de Control: lecturas, diálogos y (algunas) actualizaciones. *Hipertextos*, 5(8), 60–87. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/article/view/7978>
- Dirección y Consejo Editor Hipertextos (2018). Educación en foco: el primer número temático de Hipertextos. *Hipertextos*, 6(10), 8-11. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/article/view/627>
- Dirección y Consejo Editor Hipertextos (2019). Editorial N°11. *Hipertextos*, 7(11), 8-16. Recuperado a partir de: <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/article/view/7956>
- Isoglio, A. (2021). Conocimientos doblemente libres en la expansión sistémica de la propiedad intelectual. *Hipertextos*, 8(14), 137–163. <https://doi.org/10.24215/23143924e023>
- Magnani, E. (2021). Reseña de *The age of surveillance capitalism* (Hachette Book Group, 2019) de Shoshana Zuboff. *Hipertextos*, 8(14), 165–171. <https://doi.org/10.24215/23143924e024>

- Marotias, A. (2021). La educación remota de emergencia y los peligros de imitar lo presencial. *Hipertextos*, 8(14), 173–177. <https://doi.org/10.24215/23143924e025>
- Peirone, F. (2020). Tecnología y educación en América Latina: De los ‘códigos de la modernidad’ a los ‘códigos del informacionalismo’. *Hipertextos*, 8(13), 83–114. <https://doi.org/10.24215/23143924e011>
- Schmidt, F. (2020). Mercados de trabajo digitales en la economía de plataformas: Mapeando los desafíos políticos del trabajo colaborativo y del trabajo de plataformas [Gig Work]. *Hipertextos*, 8(14), 11–58. <https://doi.org/10.24215/23143924e018>
- Siri, L. (2016). El rol de Netflix en el ecosistema de medios y telecomunicaciones: ¿El fin de la televisión y del cine? *Hipertextos* 5(4), 47-109
- Soto, M. A. (2020). Una aproximación a la brecha digital de las personas con discapacidad en los espacios educativos del noroeste argentino. *Hipertextos*, 8(13), 115–149. <https://doi.org/10.24215/23143924e012>
- Torres, M. (2019). ¿Innovan las innovaciones? Un análisis de Conectar Igualdad y Aprender Conectados. *Hipertextos*, 7(12), 120–138. <https://doi.org/10.24215/23143924e006>

La dirección y el Consejo Editor

Junio de 2022

Cómo una máquina aprende y falla – Una gramática del error para la Inteligencia Artificial

Matteo Pasquinelli¹

El presente artículo es una traducción² de Pasquinelli, Matteo (2019). How a Machine Learns and Fails – A Grammar of Error for Artificial Intelligence. *spheres: Journal of Digital Cultures 5 (Spectres of AI)*. Disponible en: <https://spheres-journal.org/contribution/how-a-machine-learns-and-fails-a-grammar-of-error-for-artificial-intelligence/>

Cómo citar: Pasquinelli, Matteo (2022). Cómo una máquina aprende y falla. Una gramática del error para la Inteligencia Artificial (Traducción de Emilio Cafassi, Carolina Monti, Hernán Peckaitis y Graciana Zarauza), *Revista Hipertextos*, 10(17), pp. 13-29. <https://doi.org/10.24215/23143924e054>

Resumen. Trabajando en la convergencia entre las humanidades y las ciencias de la computación, este texto pretende esbozar una gramática general del aprendizaje automático y proporcionar sistemáticamente una visión general de sus límites, aproximaciones, sesgos, errores, falacias y vulnerabilidades. Se conserva el término convencional de Inteligencia Artificial aunque técnicamente hablando, sería más preciso llamarla aprendizaje automático o estadística computacional, pero estos términos no serían atractivos para las empresas, las universidades y el mercado del arte. Se hace una revisión de las limitaciones que afectan a la IA como técnica matemática y cultural, destacando el papel del **error** en la definición de la inteligencia en general. Se describe al aprendizaje automático como compuesto por tres partes: conjunto de datos de entrenamiento, algoritmo estadístico y aplicación del modelo (como clasificación o predicción) y se distinguen tres tipos de **sesgos**: del mundo, de los datos y del algoritmo. Se sostiene que los **límites** lógicos de los modelos estadísticos producen o amplifican el sesgo (que a menudo ya está presente en los conjuntos de datos de entrenamiento) y provoca errores de clasificación y predicción. Por otro lado, el grado de comprensión de la información por parte de los modelos estadísticos utilizados en el aprendizaje automático provoca una **pérdida de información** que se traduce en una pérdida de diversidad social y cultural. En definitiva, el principal efecto del aprendizaje automático en el conjunto de la sociedad es la **normalización** cultural y social. Existe un grado de mitificación y sesgo social en torno a sus construcciones matemáticas, donde la Inteligencia Artificial ha inaugurado la era de la *ciencia ficción estadística*.

Palabras clave: inteligencia artificial, aprendizaje automático, sesgo algorítmico, error estadístico, datos de entrenamiento

¹ Matteo Pasquinelli (PhD) es profesor de filosofía de los medios de comunicación en la Universidad de Artes y Diseño de Karlsruhe (Alemania), donde coordina el grupo de investigación sobre inteligencia artificial y filosofía de los medios de comunicación KIM. Su investigación se centra en la intersección de las ciencias cognitivas, la economía digital y la inteligencia artificial. Ha editado la antología *Alleys of Your Mind: Augmented Intelligence and Its Traumas* (Meson Press) y, con Vladan Joler, el ensayo visual "The Nooscope Manifested: AI as Instrument of Knowledge Extractivism" (nooscope.ai). Actualmente está por publicar una monografía sobre la historia de la IA titulada *The Eye of the Master: A Labour Theory of Artificial Intelligence*.

² La traducción fue autorizada por el autor y realizada por parte del Equipo Editorial de Revista Hipertextos: Emilio Cafassi, Carolina Monti, Hernán Peckaitis y Graciana Zarauza.

Sumario. 1. Presentación del Nooscopio: Un diagrama general del aprendizaje automático. 2. Datos de entrenamiento, o la fuente colectiva de la inteligencia de las máquinas. 3. Las modalidades del aprendizaje automático: entrenamiento, clasificación y predicción. 4. Tres tipos de sesgo. 5. Los límites lógicos del modelo estadístico. 6. Técnicas de aproximación y los peligros de la correlación. 7. La imprevisión de lo nuevo. 8. Conclusión

How a Machine Learns and Fails – A Grammar of Error for Artificial Intelligence

Abstract. Working at the convergence between the humanities and computer science, this text aims to outline a general grammar of machine learning and systematically provide an overview of its limits, approaches, biases, errors, fallacies and vulnerabilities. The conventional term Artificial Intelligence is retained although technically speaking, it would be more accurate to call it machine learning or computational statistics, but these terms would not be attractive to companies, universities and the art market. A review is made of the limitations affecting AI as a mathematical and cultural technique, highlighting the role of **error** in the definition of intelligence in general. Machine learning is described as consisting of three parts: training data set, statistical algorithm and model application (as classification or prediction) and three types of **biases** are distinguished: world, data and algorithm. It is argued that the logical **limits** of statistical models produce or amplify bias (which is often already present in the training data sets) and cause classification and prediction errors. On the other hand, the degree of information compression by the statistical models used in machine learning causes a **loss of information** that results in a loss of social and cultural diversity. In short, the main effect of machine learning on society as a whole is cultural and social **normalization**. There is a degree of mythologizing and social bias around its mathematical constructs, where Artificial Intelligence has inaugurated the era of *statistical science fiction*.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, algorithmic bias, statistic error, training data

Como uma máquina aprende e falha – Uma Gramática de Erro para Inteligência Artificial

Resumo. Trabalhando na convergência entre as ciências humanas e a informática, este texto visa delinear uma gramática geral de aprendizagem de máquinas e fornecer sistematicamente uma visão geral de seus limites, aproximações, enviesamentos, erros, falácias e vulnerabilidades. O termo convencional Inteligência Artificial é mantido, embora tecnicamente falando, seria mais preciso chamá-lo de aprendizagem mecânica ou estatística computacional, mas estes termos não seriam atraentes para as empresas, universidades e o mercado de arte. É feita uma revisão das limitações que afetam a IA como uma técnica matemática e cultural, destacando o papel do **erro** na definição da inteligência em geral. O aprendizado da máquina é descrito como consistindo de três partes: conjunto de dados de treinamento, algoritmo estatístico e aplicação do modelo (como classificação ou previsão) e três tipos de **vieses** são distinguidos: mundo, dados e algoritmo. Argumenta-se que os **limites** lógicos dos modelos estatísticos produzem ou amplificam o viés (que frequentemente já está presente nos conjuntos de dados de treinamento) e levam a erros de classificação e previsão. Por outro lado, o grau de compressão da informação por modelos estatísticos utilizados na aprendizagem de máquinas causa uma **perda de informação** que resulta em uma perda de diversidade social e cultural. Em última análise, o principal efeito da aprendizagem mecânica na sociedade como um todo é a **normalização** cultural e social. Há um certo grau de mitologia e preconceito social em torno de suas construções matemáticas, onde a Inteligência Artificial deu início à era da *ficção científica estatística*.

Palavras-chave: inteligência artificial, aprendizagem de máquinas, viés algorítmico, erro estatístico, dados de treinamento

“Una vez que los números característicos hayan sido establecidos para la mayoría de los conceptos, la humanidad poseerá un nuevo instrumento que mejorará las capacidades de la mente en mucha mayor medida que los instrumentos ópticos fortalecen nuestros ojos, y reemplazará al microscopio y al telescopio en la misma medida en que la razón es superior a la vista”— Gottfried Wilhelm Leibniz.

“La Ilustración no fue [...] una cuestión de consenso, no fue una cuestión de unidad sistemática y no fue una cuestión de despliegue de la razón instrumental: lo que se desarrolló en la Ilustración fue una idea moderna de la verdad definida por el error, una idea moderna del conocimiento definida por el fracaso, el conflicto y el riesgo, pero también por la esperanza.” — David Bates.

“No hay inteligencia en la Inteligencia Artificial, ni realmente aprende, aunque su nombre técnico sea aprendizaje automático, es simplemente una minimización matemática.” — Dan McQuillan.

“Cuando estás recaudando fondos, es Inteligencia Artificial. Cuando estás contratando, es Aprendizaje Automático. Cuando estás implementando, es regresión logística” — Joe Davidson.

¿Qué significa para la inteligencia y, en particular, para la Inteligencia Artificial (IA) fallar, equivocarse, romper una regla? Reflexionando sobre una era anterior a la racionalidad moderna, el epistemólogo David Bates ha argumentado que la novedad de la Ilustración, en la búsqueda de conocimiento, fue una nueva metodología del error en lugar de la razón instrumental dogmática.³ Por el contrario, el proyecto de IA (esto es, casi siempre, la IA corporativa), independientemente y quizás debido a sus sueños de cognición superhumana, se queda corto a la hora de reconocer y discutir los límites, las aproximaciones, los sesgos, los errores, las falacias y las vulnerabilidades que son nativas de su paradigma. Un paradigma de racionalidad que fracasa a la hora de proporcionar una metodología del error está destinado a terminar, presumiblemente, convirtiéndose en una caricatura de ferias de títeres, como es el caso de la idea alardeada de AGI (Inteligencia General Artificial).⁴

El aprendizaje automático se basa técnicamente en fórmulas de corrección de errores, pero la naturaleza, escala e implicaciones del error es rara vez discutida en la comunidad de programadores. Los programadores de aprendizaje automático poseen y siguen ampliando un vasto armamento de trucos de corrección de errores; sin embargo, se empeñan en una inquieta "optimización del código" sin reconocer el impacto social de sus aproximaciones lógicas. Por la complejidad de las matemáticas involucradas, el debate público sobre la IA es incapaz de considerar las limitaciones lógicas en ella, quedando polarizada entre posiciones *integradas* y *apocalípticas*, entre la tecnofilia y la tecnofobia (Eco, 2000). La posición integrada sigue los pasos de Ray Kurzweil en su feliz viaje hacia la Singularidad creyendo que las matemáticas resolverán todos los problemas, y que la automatización masiva se desarrollará sin perturbaciones para el

³ “Fue [en la Ilustración], quizás por primera vez en el pensamiento moderno, que el error asumió un papel significativo no sólo en la definición del conocimiento sino en la propia búsqueda del conocimiento” (Bates, 2002)

⁴ Una referencia al robot Sophia, construido en 2016 por Hanson Robotics. Ben Goertzel, histriónico mecenas del llamado paradigma de la Inteligencia General Artificial, supervisó el proyecto.

orden social. En una postura apocalíptica especulativa, malinterpretando el efecto de caja negra en el aprendizaje de las máquinas, autores como Nick Bostrom entre otros, advierten sobre una próxima era oscura de la razón en la que máquinas engeguencias se salen de control (Bostrom, 2014). Esta última postura comparte regiones con la teoría conspirativa por la que los sistemas de IA no pueden ser estudiados, conocidos ni controlados. Incluso esta posición apocalíptica se queda en el nivel de la especulación ("*¿qué pasaría si la IA...?*") y no aclara la lógica interna del aprendizaje automático ("*¿qué es la IA?*").

Por suerte, lentamente va surgiendo una visión crítica de la IA. Gracias a libros populares como *Weapons of Math Destruction*, de Cathy O'Neil, entre otros, está quedando claro que el problema de la IA no tiene nada que ver con la inteligencia en sí misma, sino con la forma en que se aplica a la gobernanza de la sociedad y al trabajo a través de modelos estadísticos -que deberían ser transparentes y expuestos al escrutinio público (O'Neil, 2016; Noble, 2018; Eubanks, 2018). Como ha señalado Yarden Katz, la IA no es más que una operación de marketing utilizada para renombrar lo que hace una década se conocía al negocio de análisis de datos y centros de datos. (Katz, 2017) Profundizando en los elementos centrales de los sesgos algorítmicos, Kate Crawford ha subrayado las amplias implicaciones éticas de la clasificación y las taxonomías del aprendizaje automático, recordando que "el aprendizaje automático es el mayor experimento de clasificación de la historia de la humanidad" (Crawford, 2017). El ensayo de Kate Crawford y Vladan Joler "Anatomía de un sistema de IA" es otro ejemplo de investigación incisiva de la caja negra de la IA, en el que deconstruyen el dispositivo Amazon Echo remapeando cada uno de sus componentes en la ecología y la economía globales. Los tiempos parecen propicios para una crítica radical de la inteligencia de las máquinas: Dan McQuillan, por ejemplo, aboga por el surgimiento de una contracultura que se posiciona en contra del opaco aparato normativo del aprendizaje automático (McQuillan, 2018).

En términos generales, se puede estudiar la IA como una construcción técnica o como una construcción social. Sin embargo, el debate sobre los límites de la IA puede ser inexacto si se separan los límites técnicos de los sociales, y viceversa. Las observaciones de Deleuze y Guattari sobre el reloj pueden aplicarse a la IA de forma útil: el reloj puede verse como un engranaje mecánico que proyecta el tiempo universal, o como una disciplina abstracta que controla el tiempo colectivo.⁵ Estas dos perspectivas están, por supuesto, imbricadas y se estimulan mutuamente. Sin embargo, es el conjunto social el que indica la verdad sobre la técnica y la hace posible y poderosa en la historia. Parafraseando lo que Guattari dijo una vez sobre las máquinas en general, la inteligencia de las máquinas está, en definitiva, constituida por "ciertos aspectos de la subjetividad humana en formas hiperdesarrolladas e hiperconcentradas" (Guattari, 2013, p. 2). Trabajando en la convergencia de las humanidades y las ciencias de la computación, este texto pretende esbozar una gramática general del aprendizaje automático, y proporcionar sistemáticamente una visión general de sus límites, aproximaciones, sesgos, errores, falacias y vulnerabilidades. Se conserva el término convencional de Inteligencia Artificial para señalar la recepción pública y la espectacularización del aprendizaje automático y el negocio de la analítica de datos (Big Data). Técnicamente hablando, sería más preciso llamar a la Inteligencia Artificial aprendizaje automático o estadística computacional, pero estos términos tendrían cero atractivo de marketing para las empresas, las universidades y el mercado del arte. Dado el grado de

⁵ "Una misma máquina puede ser a la vez técnica y social, pero sólo cuando se contempla desde perspectivas diferentes: por ejemplo, el reloj como máquina técnica para medir el tiempo uniforme, y como máquina social para reproducir las horas canónicas y para asegurar el orden en la ciudad" (Deleuze y Guattari, 1983, p. 141).

mitificación y sesgo social en torno a sus construcciones matemáticas, la Inteligencia Artificial ha inaugurado la era de la *ciencia ficción estadística*.

1. Presentación del Nooscopio: Un diagrama general del aprendizaje automático

El padrino de las redes neuronales convolucionales, Yann LeCun, sostiene que los sistemas de IA actuales no son versiones sofisticadas de cognición, sino de percepción (LeCun, 2018). A finales de los años 50, el aprendizaje automático surgió como una forma de reconocimiento de patrones visuales que luego se extendió al análisis de datos no visuales. En el caso de los automóviles auto-conducidos, los patrones reconocibles son las características visuales más comunes de un escenario vial y, en el caso de la traducción automática, los patrones son las secuencias de palabras más comunes entre dos idiomas. Sin embargo, lo que el aprendizaje automático calcula no es un patrón exacto, sino la **distribución estadística de un patrón**. Sólo con ver la superficie del marketing de la IA, uno se encuentra con una construcción estadística compleja de examinar. ¿Cómo se construyen estos modelos estadísticos? ¿Qué grado de precisión y fiabilidad tienen? ¿Cuál es la relación entre los modelos estadísticos y la inteligencia humana? De hecho, convendría reformular la ingenua pregunta "¿puede pensar una máquina?" en la teóricamente más sólida "¿puede pensar un modelo estadístico?".

La Inteligencia Artificial no es "inteligente" en absoluto. Sería más preciso enmarcarla como un instrumento de conocimiento o ampliación lógica que *percibe* patrones que están fuera del alcance de la mente humana. Leibniz, abordando esta modalidad de IA, utiliza el telescopio y el microscopio como metáforas de su *calculus ratiocinator*.⁶ De manera similar, un sistema de aprendizaje automático puede compararse con un **nooscopio**, un dispositivo que mapea y percibe patrones complejos a través de grandes espacios de datos (lo que las humanidades digitales denominan **lectura a distancia**) (Moretti, 2013; Vogl, 2007). Sin embargo, cada instrumento de medición y percepción viene con aberraciones incorporadas y contingentes. Del mismo modo que las lentes de los microscopios y telescopios nunca son perfectamente curvilíneas y lisas, las *lentes lógicas* de los sistemas de IA tienen sus propios defectos y aberraciones. Estudiar el impacto de la IA es estudiar el grado en que los flujos de información son difractados, distorsionados y perdidos por ella. Para entender la naturaleza de esa pérdida de información, hay que estudiar la anatomía algorítmica de los modelos estadísticos que subyacen al aprendizaje automático.

En términos matemáticos, el aprendizaje automático se utiliza para predecir un valor *output* y a partir de un valor *input* x . Los algoritmos dibujan una función que relaciona x con y aprendiendo de datos pasados en los que tanto x como y se conocen: $y = f(x)$. Construyendo esa función, el algoritmo podrá predecir y basándose en futuras configuraciones de x . Por ejemplo, dadas unas fotos de animales (x), el algoritmo aprende su asociación con las categorías "gato" o "perro" (y) y luego intenta clasificar las nuevas fotos en función de ellas. En este caso, el número *input* x es una imagen digital, y el número *output* y es un porcentaje relacionado con una etiqueta semántica (97 % "gato", 3 % "perro"). Se trata de un proceso de clasificación que se distingue de la regresión en la que el *output* es un número continuo. Un ejemplo de esto último sería un algoritmo que aprende a predecir la puntuación de una evaluación, el *output* y , para cualquier edad

⁶ Ver la cita inicial de Leibniz.

de un grupo de estudiantes, el *input* x . Tanto la clasificación como la regresión son casos de aprendizaje supervisado, en los que el algoritmo toma datos en los que se conoce la relación entre el *input* x y el *output* y e intenta adivinar la salida y para futuros *inputs* desconocidos x . Se dice que un algoritmo de aprendizaje automático aproxima la función que relaciona y con x .

Un sistema de aprendizaje automático se presenta ante un usuario u operador compuesto por tres elementos o etapas: datos de entrenamiento, algoritmo de aprendizaje y aplicación del modelo.

1. **Datos de entrenamiento:** El conjunto de datos de entrenamiento contiene datos que deben analizarse para extraer conocimiento e "inteligencia", es decir, patrones de asociación entre sus elementos. En el aprendizaje supervisado, el conjunto de datos de entrenamiento se compone de dos elementos: el *input* x (por ejemplo, imágenes en crudo, edades de los estudiantes) y el *output* y (etiquetas que describen esas imágenes, puntuaciones de evaluación). En el aprendizaje no supervisado o autosupervisado, sólo se da el *input* x , a partir del cual hay que descubrir un patrón desconocido y .
2. **Algoritmo de aprendizaje:** El algoritmo de aprendizaje extrae patrones de los datos de entrenamiento leyendo la asociación entre el *input* x y el *output* y y construyendo una descripción estadística de esta asociación. El modelo estadístico es el núcleo del aprendizaje automático, depositario de la "inteligencia" extraída de los datos de entrenamiento. Sin embargo, nunca es 100 % preciso y no existe un método científico para evaluarlo: el proceso de entrenamiento se detiene cuando un operador humano decide que *se ha alcanzado una tasa de error aceptable para un conjunto de datos de prueba*.
3. **Aplicación del modelo:** Cuando el modelo estadístico se considera suficientemente entrenado y "se ajusta" a los datos de entrenamiento, puede aplicarse a diferentes tareas, como la clasificación y la predicción. En la clasificación (o *reconocimiento*), un nuevo valor x se asocia a una etiqueta y , si x se ajusta a la distribución del modelo estadístico. En la predicción (o *generación*), un nuevo valor x se utiliza para generar y predecir su correspondiente valor y utilizando el mismo modelo estadístico (la generación de patrones es, lógicamente, lo mismo que la predicción).

El montaje de estos tres elementos (Datos + Algoritmo + Modelo) se propone como un diagrama general del aprendizaje automático. Siguiendo con la metáfora de los medios ópticos como los telescopios y microscopios, puede decirse que el flujo de información que atraviesa dicho instrumento de conocimiento (aquí denominado *nooscopio*) se comporta como un haz de luz que es proyectado por los datos de entrenamiento, difractado por el algoritmo y su modelo estadístico y reflejado de vuelta al mundo con una distorsión incorporada. Los siguientes pasajes describen cada componente individual centrándose en particular en la naturaleza del modelo estadístico que se encuentra en el núcleo del aprendizaje automático.

2. Datos de entrenamiento, o la fuente colectiva de la inteligencia de las máquinas

La digitalización masiva, que comenzó después de la Segunda Guerra Mundial con la

comercialización de los *mainframes* industriales y alcanzó su punto álgido en los 2000s con los centros de datos globales, sentó las bases de un régimen de *extractivismo de inteligencia*. La inteligencia de las máquinas se entrena con extensos conjuntos de datos que no son acumulados ni de forma técnicamente neutral ni socialmente imparcial. Los datos neutrales no existen, ya que dependen del trabajo individual, de los datos personales y de los comportamientos sociales que se acumulan durante largos periodos de tiempo, a partir de extensas redes y diversas taxonomías culturales (Gitelman, 2013).

Los datos de entrenamiento probablemente son el factor más importante en la calidad de la "inteligencia" que extraen los algoritmos del aprendizaje automático. El conjunto de datos de entrenamiento suele estar compuesto de datos *input* y datos *output* ideales: las imágenes digitales en bruto, por ejemplo, pueden estar asociadas con etiquetas (que es la manera en que los humanos suelen categorizar esas imágenes con sus significados). Tal y cómo se describe anteriormente en términos matemáticos, el aprendizaje automático se calcula a partir de la relación entre la imagen inicial (*input*) con sus etiquetas (*output*) con el fin de predecir las etiquetas (*output*) de futuras imágenes similares (*input*). La elaboración, el formateo y la edición del conjunto de datos de entrenamiento es una tarea laboriosa y delicada, que probablemente sea más importante que los parámetros técnicos que controlan el algoritmo de aprendizaje.⁷ En la preparación de los conjuntos de datos de entrenamiento pueden reconocerse cuatro etapas:

1. **Producción:** el trabajo o fenómeno individual que produce información.
2. **Captura:** la captación de información mediante un instrumento que la convierte en datos.
3. **Formateo:** la codificación de información en un formato de datos específico.
4. **Etiquetado:** la aplicación de categorías de una taxonomía determinada al conjunto de datos.

Los conjuntos de datos de entrenamiento más populares usados para aprendizaje automático (NMIST, ImageNet, Labelled Faces in the Wild, etc.) se originaron en empresas, universidades y agencias militares del Norte Global (aunque si se mira con más cuidado, se descubre una profunda división del trabajo que inerva al Sur Global). Los datos de entrenamiento pueden provenir de comportamientos espontáneos en línea (a través de las redes sociales, la cobertura de noticias, la geolocalización de los teléfonos móviles, etc.) o del trabajo en pantalla que se realiza a partir de colaboración colectiva (a través de Amazon Mechanical Turk, por ejemplo). En los dos casos, se lleva a cabo trabajo invisibilizado y poco reconocido. Los datos personales, en particular, son enterrados y desaparecen en conjuntos de datos privatizados sin saberlo y sin transparencia (Murgia, 2019).⁸ Por este motivo, tales conjunto de datos desencadenan cuestiones de soberanía de datos, privacidad y derechos civiles de las que los organismos políticos y la ley están tomando conciencia poco a poco (véase el reglamento de privacidad de datos GDPR que fue aprobado en mayo de 2018 por el Parlamento Europeo).

⁷ Por ejemplo, se necesitaron nueve años de trabajo manual para etiquetar los 14 millones de imágenes del conjunto de datos de entrenamiento ImageNet, patrocinado por las universidades de Google, Amazon, Princeton y Stanford.

⁸ Ver el proyecto Megapixel de Adam Harvey (megapixels.cc).

4. Las modalidades del aprendizaje automático: entrenamiento, clasificación y predicción

Cuando los datos de entrenamiento están listos para ser analizados, se presentan al algoritmo de aprendizaje, el cual es elegido, entre muchas opciones, por un operador humano a partir de parámetros específicos. Por ejemplo, las redes neuronales convolucionales requieren la especificación de una topología muy compleja y un conjunto de hiper-parámetros (número de capas, neuronas, tipo de conexión, comportamiento de cada capa y neurona, etc.). Aunque las redes neuronales surgieron inicialmente como una técnica de reconocimiento de patrones, los informáticos prefieren hoy en día la expresión más abstracta y precisa de **mapeo de *input-output*** para evitar la anticuada comparación con los sistemas biológicos y la percepción visual. Sin embargo, la construcción de la relación entre un *input* x y un *output* y sigue siendo la búsqueda de un patrón. Un ejemplo primordial del reconocimiento de patrones básicos es el Perceptrón de Frank Rosenblatt, el cual fue creado en 1957 y fue la primera red neuronal operativa. Dada una matriz visual de 20x20 fotorreceptores, esta máquina podía aprender a reconocer una simple letra. Hoy, dado un *input* mucho más complejo como la grabación en vídeo de una calle concurrida, se pide a la red neuronal de un automóvil auto-conducido que controle los engranajes mecánicos y tome decisiones éticas cuando se produzcan situaciones de peligro, lo que exige un mapeo de *input-output*.

Sin importar su complejidad, para la perspectiva numérica del aprendizaje automático, nociones como imagen, movimiento, forma, estilo o decisión pueden describirse como distribuciones estadísticas de un patrón. Desde el punto de vista del modelo estadístico, se dan tres modalidades de funcionamiento del aprendizaje automático: 1) entrenamiento, 2) clasificación y 3) predicción. En términos más intuitivos, pueden definirse como: abstracción de patrones, reconocimiento de patrones y generación de patrones.

1. En la modalidad de **entrenamiento** (*abstracción de patrones*), el algoritmo "aprende" la asociación de un *input* x con un *output* y (por ejemplo, su etiqueta). Como se ha mencionado, el algoritmo teje una distribución estadística de los patrones subyacentes y los extrae de su fondo. El modelo estadístico se considerará entrenado cuando se alcance una tasa de error aceptable en un conjunto de datos de prueba (hasta la fecha, no existe ningún método científico para determinar cuándo un modelo está suficientemente entrenado, es decir, cuándo una IA parece ser "inteligente").
2. En la modalidad de **clasificación** (*reconocimiento de patrones*), los nuevos datos de *input* x se comparan con el modelo estadístico para determinar si entran o no en su distribución estadística. En caso afirmativo, se les asigna la correspondiente etiqueta de *output* y . Hoy en día existen clasificadores de objetos que pueden detectar todos los objetos más comunes en un escenario vial y aplicar etiquetas como persona, coche, camión, bicicleta o semáforo en cuestión de milisegundos -por supuesto, con un margen de error-.
3. En la modalidad de **predicción** (*generación de patrones*), los nuevos datos de *input* x se utilizan para predecir su valor de *output*. En esta modalidad, se puede decir que el modelo estadístico se ejecuta hacia atrás para generar nuevos patrones en lugar de registrarlos. La expresión "arte creado por la IA" significa en realidad que un operador humano aplica la modalidad generativa de las redes neuronales después de entrenarlas con un determinado

conjunto de datos. Por ejemplo, tras ser entrenada con el conjunto de datos MIDI de un compositor musical, una red neuronal puede generar una nueva melodía que se asemeje al estilo del compositor. La modalidad generativa es útil, como una especie de "control de la realidad" algorítmica, ya que muestra lo que el modelo aprendió, es decir, cómo el modelo "ve el mundo".

4. Tres tipos de sesgo

El bucle de información entre la IA y la sociedad -es decir, entre el aprendizaje automático y los datos de entrenamiento- no es virtuoso, sino que está corrompido por un sesgo técnico. Cada conjunto de datos de entrenamiento - independientemente de lo preciso que pueda parecer- es un muestreo estadístico y, por lo tanto, una visión parcial del mundo. Además, el grado de comprensión de la información de los algoritmos del aprendizaje automático afecta las proporciones originales de los datos de entrenamiento, lo que a su vez amplifica el sesgo. El sesgo es la temática más debatida y conocida del aprendizaje automático ya que tiene implicaciones sociales directas y es una buena forma de empezar a ilustrar las limitaciones lógicas de estos modelos estadísticos. En el aprendizaje automático, es necesario distinguir entre el sesgo del mundo, de los datos y de los algoritmos.

El **sesgo del mundo** ya es evidente en la sociedad antes de la intervención tecnológica, pero los conjuntos de datos refuerzan las desigualdades de raza, género y clase, normalizando aún más los estereotipos ya operables. La naturalización del sesgo por parte del aprendizaje automático, es decir, la integración de la desigualdad en un algoritmo como "datos aparentemente imparciales", puede ser perjudicial por sí misma (Eubanks, 2018). Para precisar las categorías de sesgo, Kate Crawford ha distinguido entre un daño de asignación de recursos (por ejemplo, cuando un algoritmo niega hipotecas a un grupo minoritario) y un daño de representación social (como la denigración, la infrarrepresentación o la determinación injusta de la raza, el género y la clase) (Crawford, 2017).

El **sesgo de los datos**, por otro lado, es introducido a través de la captura, formateo y etiquetado de datos mediante el conjunto de datos de entrenamiento. El acto de capturar y formatear los datos tiene la potencialidad de afectar la resolución y precisión de la información, pero la parte más delicada del proceso es el etiquetado. Universidades, empresas y organismos militares construyen conjuntos de datos de entrenamiento con mano de obra tosca y barata. A menudo, utilizan **taxonomías** antiguas y conservadoras provocando una visión del mundo distorsionada de las culturas y diversidades. Como ya había dilucidado Foucault, esas taxonomías suelen reproducir jerarquías sociales y son expresiones del poder normativo (Foucault, 2005). Hoy en día, las taxonomías culturales y científicas son integradas en el aprendizaje automático y formalizadas por él: su poder normativo no es más institucional sino computacional.

El **sesgo algorítmico** (también conocido como "sesgo de la máquina", "sesgo estadístico" o "sesgo del modelo") es la amplificación del sesgo del mundo y de los datos causada por los errores computacionales, la compresión de la información y las técnicas de aproximación de los algoritmos de aprendizaje automático. Debido a sus ratios en la comprensión de la información, los algoritmos del aprendizaje automático *difractan* y *distorsionan* los sesgos del mundo y de los datos, produciendo que las desigualdades sean aún más desiguales. La difracción y la amplificación se representan en la ilusión de la perspectiva anamórfica utilizada en la pintura y el

diseño gráfico. Asimismo, la visión del mundo del aprendizaje automático también es *anamórfica*: a pesar de que se respete la forma o topología del mundo, se distorsiona sus proporciones.

5. Los límites lógicos del modelo estadístico

En el núcleo de los actuales sistemas de IA hay un algoritmo de aprendizaje cuyo propósito es calcular un modelo estadístico de los datos de entrenamiento. Los informáticos lo llaman simplemente "**el modelo**". El modelo es la representación estadística de un conjunto de datos de entrenamiento amplio y diverso en un solo archivo. Desde los tiempos del Perceptrón de Rosenblatt, la primera red neuronal operativa, el objetivo clave del aprendizaje automático ha sido almacenar un pequeño modelo estadístico, en lugar de memorizar, por ejemplo, mil fotos del mismo objeto desde diferentes ángulos. El modelo se calcula mediante diferentes técnicas (por ejemplo, redes neuronales, máquinas de vectores de apoyo, redes bayesianas) que siempre adoptan la forma de una **inferencia estadística** cuyos resultados tomarán, en consecuencia, la forma de una **distribución estadística**. Técnicamente se dice que el modelo aprende la distribución estadística de los datos de entrenamiento mapeando las correlaciones (también conocidas como patrones o dependencias) entre el *input* y el *output* deseado. En última instancia, el modelo estadístico construye una función f que, cuando es eficaz, describe los datos de entrenamiento de forma adecuada y predice el *output* de un *input* futuro.

Tomemos un ejemplo clásico de aprendizaje automático: LeNet, desarrollada por Yann LeCun en 1988, es una red neuronal convolucional para el reconocimiento óptico de números en códigos postales y cheques bancarios. Los datos de entrenamiento proceden de la base de datos MNIST, que contiene 60.000 números escritos a mano (recogidos únicamente entre dos grupos sociales: estudiantes de secundaria de EE.UU. y empleados de la Oficina del Censo). El modelo interno de LeNet registra la asociación estadística de imágenes de números escritos a mano con su etiqueta correcta, que en este caso es un número (LeCun et al, 1989). Después de ser entrenado, el modelo estadístico de LeNet reconocerá las futuras ocurrencias de números escritos a mano con un margen de error.

Se dice que un modelo estadístico ha sido entrenado con éxito cuando puede **generalizar** los patrones del conjunto de datos de entrenamiento a nuevos datos "naturales", **ajustándose** elegantemente a los datos de entrenamiento con el menor margen de **error** posible (*siempre* hay un margen de error en el aprendizaje automático). Si un modelo aprende demasiado bien los datos de entrenamiento, sólo será capaz de reconocer las coincidencias exactas y pasará por alto los patrones con gran similitud. En este caso, se dice que el modelo está **sobre-ajustado** (*overfitting*), ya que no es capaz de distinguir los patrones del fondo, es decir, ha aprendido meticulosamente todo, *incluido* el ruido. Por otro lado, el modelo está **infra-ajustado** (*underfitting*) cuando no es capaz de formular patrones a partir de los datos de entrenamiento. En el sobreajuste no hay compresión de información, mientras que en el infra-ajuste el modelo ha perdido la mayor parte de la información valiosa.⁹

Es habitual describir la IA como la medida estadística de una correlación entre puntos de datos. De hecho, el aprendizaje automático no *aprende* nada en el sentido propio de la palabra; sólo mapea un *input* x con un *output* y , dibujando una función que describe *aproximadamente* su

⁹ Un tercer caso puede darse cuando un modelo aprende una asociación de patrones errónea. Si la apofenia es la tendencia humana a percibir patrones significativos en datos aleatorios, el infra-ajuste es una especie de apofenia maquínica. La apofenia maquínica se produce si un modelo estadístico ve un patrón que no existe, es decir, si lee el ruido como similar a un patrón existente.

tendencia, aplicando luego dicha función a futuros *inputs* para predecir sus *outputs*. Esta función también es una aproximación, en el sentido de que adivina las "partes que faltan" del gráfico de datos: ya sea mediante **interpolación**, que es la proyección y predicción de un *output* *y* que cae dentro del intervalo conocido del *input* *x* en el conjunto de datos de entrenamiento, o mediante **extrapolación**, que es la proyección y predicción del *output* *y* más allá de los límites de *x*, a menudo con altos riesgos de inexactitud.

El aprendizaje automático es increíblemente eficiente como algoritmo para analizar datos y aproximar una función matemática que los describa. De hecho, los informáticos se sienten más cómodos con la definición de la IA como técnica de **compresión de información** que con la concepción popular de que es una manifestación de cognición sobrehumana.¹⁰ Desde la antigüedad, los algoritmos han sido procedimientos de naturaleza económica, diseñados para lograr un resultado en el menor número de pasos y consumiendo la menor cantidad de recursos, como espacio, tiempo, energía, etc. La actual carrera armamentística entre las empresas de IA sigue consistiendo en encontrar los algoritmos más rápidos para calcular modelos estadísticos. La compresión de la información, por tanto, mide la proporción de ganancias de estas empresas, pero también, la proporción de **pérdida de información** – y dicha pérdida suele significar una pérdida de la diversidad cultural del mundo.

La analogía de los medios ópticos ilumina las características de la IA mejor que la analogía del cerebro humano. Dejando de lado, por el momento, el hecho de que la primera red neuronal operativa, el Perceptrón, era una *máquina de visión* (Virilio, 1994), existen similitudes epistémicas entre el aprendizaje automático y los medios ópticos como en el caso de, utilizando las sugerencias de Leibniz, el microscopio y el telescopio.¹¹ El aprendizaje automático, al igual que estos dispositivos, presenta problemas tanto de **resolución de la información** como de **difracción de la información**, y los modelos estadísticos desempeñan una función correctora similar a la de las lentes en los medios ópticos. En términos de **ofuscación de la información**, un problema bien conocido del aprendizaje automático es probablemente el **efecto de caja negra**, presente en las grandes redes neuronales (Aprendizaje Profundo). "Caja negra" es un término popular que se utiliza para describir cómo la compresión de la información borra una gran cantidad de información aparentemente inútil, dando lugar a una condición de ofuscación que es irreversible.¹² Esto ocurre a medida que cada capa de neuronas descarga la mayor parte de los datos recibidos de la anterior, olvidando en el proceso algunos eslabones de la cadena de "razonamiento". Fuera de la informática, "caja negra" se ha convertido en una metáfora genérica para indicar la aparente complejidad de los sistemas de IA, ya que pueden parecer inescrutables y opacos, cuando no ajenos y fuera de control. Proyectos como *Explainable Artificial Intelligence*, *Interpretable Deep Learning* y *Heatmapping*, entre otros, han demostrado, sin embargo, que es posible entrar en la "caja negra" y hacer que su oscura cadena de cálculo sea interpretable para los usuarios.¹³

¹⁰ Los informáticos argumentarían que la IA pertenece realmente a un subcampo del procesamiento de señales, es decir, la compresión de datos.

¹¹ Como ya se ha mencionado, el aprendizaje automático es una especie de cine estadístico, proyectando el nuevo género de la ciencia ficción estadística.

¹² También hay problemas de propagación de errores en los que algunas características del hardware de la GPU pueden generar una cadena de errores que llega a las capas superiores de abstracción de funciones (Li, Guanpeng et al., 2017).

¹³ No obstante, la plena interpretabilidad y explicabilidad de los modelos estadísticos de aprendizaje automático sigue siendo también un mito (Lipton, 2016).

Debido al grado de compresión y pérdida de información que se produce en sus modelos estadísticos, el aprendizaje automático requiere una reducción de las etiquetas y categorías que están inicialmente presentes en los conjuntos de datos de entrenamiento. En una técnica denominada **reducción de dimensionalidad**, por ejemplo, las categorías que muestran una *varianza baja* (es decir, cuyos valores fluctúan poco) se agregan y eliminan para reducir los costes de cálculo. La reducción de la dimensionalidad, por tanto, conduce a algo que puede llamarse **reducción de categorías**, la cual es también una reducción de taxonomías culturales. Eventualmente, el efecto del aprendizaje automático sobre la diversidad del mundo es la **normalización**, es decir, la equiparación de las anomalías a una norma media. El término técnico de regresión se refiere en realidad al fenómeno de regresión hacia la media que Francis Galton observó al medir la altura de las personas. Las redes neuronales de reconocimiento facial, por ejemplo, muestran una tendencia a favorecer las imágenes de personas de color de piel claro. La **regresión hacia la media** no es entonces sólo una técnica matemática de aprendizaje automático, sino que tiene claras consecuencias sociales e implicaciones políticas.

6. Técnicas de aproximación y los peligros de la correlación

Como bien dice Dan McQuillan: "No hay inteligencia en la Inteligencia Artificial, ni aprende realmente, aunque su nombre técnico sea aprendizaje automático, es simplemente minimización matemática"(McQuillan, 2018a). Es importante recordar que la "inteligencia" del aprendizaje automático no se basa en la aplicación de fórmulas exactas de análisis matemático, sino en algoritmos de **aproximación**, es decir, en procedimientos heurísticos. La forma de la función de correlación entre el *input* x y el *output* y se calcula algorítmicamente, paso a paso, a través de tediosos procesos mecánicos de ajuste gradual. Es el mismo procedimiento que se utiliza en la **geometría diferencial** o en el cálculo, en el que se utilizan pequeños bloques cuadrados para aproximar un área irregular en lugar de dibujar una forma curvilínea exacta. Se dice que las redes neuronales están entre los algoritmos más eficientes para el aprendizaje porque estos métodos diferenciales de aproximación permiten *adivinar* cualquier función dadas suficientes capas de neuronas y tiempo de computación (como demuestra el llamado Teorema de Aproximación Universal). Cuando se dice que "las redes neuronales pueden resolver cualquier problema", se quiere decir que pueden *aproximar* la forma de cualquier curva (cualquier función no lineal) en un espacio multidimensional de datos.¹⁴ La aproximación gradual de una función mediante fuerza bruta es la característica principal de la IA actual, y sólo desde esta perspectiva se pueden entender sus potencialidades y limitaciones.

Otra problemática del aprendizaje automático es cómo se utiliza la **correlación estadística** entre dos elementos para explicar la **causalidad lógica** de uno a otro. En la gramática de los errores de la IA, esto no es un error atribuido a la máquina, sino una falacia humana. Se entiende comúnmente que *la correlación no implica causalidad*, lo que significa que una correlación estadística por sí sola no es suficiente para demostrar la causalidad. Esta falacia lógica se convierte fácilmente en una falacia política. La ilusión de la causalidad puede utilizarse, por ejemplo, para respaldar algoritmos policiales predictivos. Cuando el aprendizaje automático se aplica a la

¹⁴ Nota bene: en estos pasajes, la línea divisoria entre los puntos de datos de *input* y *output* se ha descrito como una curva. En realidad, el aprendizaje automático calcula esas aproximaciones diferenciales en espacios n-dimensionales dibujando, entonces, hiperplanos (en lugar de una curva en una matriz bidimensional).

sociedad de este modo, las correlaciones predictivas se transforman en un aparato político de **prevención**. Dan McQuillan señala: "La naturaleza predictiva del aprendizaje automático promueve la prevención, es decir, la acción que intenta anticipar o prevenir el resultado previsto" (McQuillan, 2018b). La prevención, como automatización de la toma de decisiones, contribuye a la exclusión de la participación colectiva en las instituciones sociales y políticas. El aprendizaje automático puede incluso apoyar correlaciones arbitrarias y sin sentido (por ejemplo, entre el consumo diario de queso, la etnia y el puntaje de crédito siempre se puede encontrar una correlación estadística). Esto es lo que se llama **apofenia algorítmica**, la consolidación ilusoria de correlaciones o relaciones causales que no existen en el mundo material, sino sólo en la mente de la IA.¹⁵

7. La imprevisión de lo nuevo

Otro límite lógico encontrado en el núcleo del aprendizaje automático es la incapacidad de predecir y reconocer una nueva **anomalía única**, es decir, una anomalía que sólo aparece una vez, como una nueva metáfora en una poesía, un nuevo chiste en el lenguaje cotidiano o un objeto misterioso en medio de la ruta. Por ejemplo, los sistemas de IA con algoritmos de reconocimiento del habla tienen problemas cuando se enfrentan a los dialectos locales. Y lo que es peor, las minorías sociales a menudo quedan fuera del radar de la logística de la IA y son excluidas (por ejemplo, las personas que hablan con acento escocés a Amazon Alexa o las comunidades negras a las que no llega el servicio de entrega de Amazon) (Ingold y Soper, 2016). La no detección de lo nuevo (algo que es inesperado, es decir, que nunca antes ha sido "visto" por una máquina y, por lo tanto, no está clasificado en una categoría conocida) es un problema especialmente peligroso para los coches autoconducidos, que ya han causado fatalidades por este motivo. Los **ataques adversarios** explotan estos puntos ciegos en el aprendizaje de las máquinas, utilizando patrones insólitos que obstruyen la lectura visual del entorno por parte de la máquina: estos patrones son a veces diseñados por una mente humana a sabiendas de que una "mente" de IA nunca los ha visto.

En el aprendizaje automático, el problema de la **predicción de lo nuevo** está lógicamente relacionado con el problema de la **generación de lo nuevo**. Curiosamente, la definición lógica de un problema de seguridad también describe el límite lógico de la creatividad en el aprendizaje automático. La trillada pregunta "¿Puede la IA crear arte?" debería reformularse en términos técnicos: ¿Puede la IA crear obras que no sean imitaciones del pasado? ¿Es capaz la IA de extrapolar más allá de los límites estilísticos de los datos de entrenamiento? La respuesta es: no realmente. La "creatividad" del aprendizaje automático se limita a la **detección de los estilos antiguos** a partir de los datos de entrenamiento y a la posterior improvisación aleatoria a lo largo de dichos estilos. En otras palabras, el aprendizaje automático sólo puede explorar e improvisar dentro de los límites de las categorías establecidas por los datos de entrenamiento. Las obras de arte del Obvious Collective (*nomen est omen*), un proyecto de colaboración que crea cuadros utilizando la IA, ofrecen pruebas visuales de estas limitaciones. El estilo de sus retratos está muy normalizado y es estéticamente predecible (Vincent, 2018). Por tanto, sería más preciso denominar el arte de la IA como *arte estadístico*.

¹⁵Ver también Illusory Correlation. (Marzo, 2019). Sobre la apofenia, ver Pasquinelli (2015).

En cuanto al procesamiento del lenguaje natural, cabe preguntarse si la IA es capaz de inventar nuevas metáforas de forma consistente y no aleatoria. En una época anterior al aprendizaje automático, cuando se le preguntó si una metáfora podía ser inventada por un algoritmo, Umberto Eco respondió: "No existe ningún algoritmo para la metáfora, ni se puede producir una metáfora mediante las instrucciones precisas de una computadora, sea cual sea el volumen de información organizada que se introduzca" (Eco, 1986, p.127).

Cualquier metáfora nueva es la ruptura de una regla y la invención de otra nueva, argumentó Eco. ¿Se puede programar un algoritmo para que rompa las reglas (patrones) de sus datos de entrenamiento de forma creativa? El aprendizaje automático nunca podrá detectar o generar el famoso verso de Rimbaud "Yo es otro" tras realizar un análisis estadístico de un millón de periódicos. El aprendizaje automático nunca inventa códigos y mundos, sino que dibuja espacios vectoriales que reproducen frecuencias estadísticas de datos antiguos. En la estadística computacional, una nueva metáfora es un **nuevo vector** sin similitudes de frecuencia con vectores antiguos, algo que desaparecería fácilmente en el siguiente pasaje computacional. Además, una metáfora no es la correlación estadística de dos significados, sino la construcción de un *nuevo modelo de mundo* en el que esta nueva expresión adquiriría un sentido lógico (una *causalidad*) que no tenía en el antiguo modelo de mundo. Una nueva metáfora es la invención de un paradigma constituyente. A menudo las metáforas son banales, pero a veces pueden ser brillantes y *abiertas*, como cuando dejan espacio para una interpretación infinita, un proceso clave para las humanidades aunque no sólo. Uno se pregunta quién sueña con mecanizar la hermenéutica, el arte de la interpretación y el juicio estético, procesos que deben permanecer sin ataduras. Aunque el arte de la interpretación puede enriquecerse y ampliarse, por supuesto, con nuevos instrumentos de ampliación lógica y exploración de patrones.

8. Conclusión

Toda **anomalía** (también social y política) es la invención de un nuevo código o norma. Por otro lado, el poder suele basarse en la normalización de códigos y reglas, que buscan minimizar la aparición de lo anómalo. El aprendizaje automático no es una excepción cuando se aplica a la medida y la gobernanza de la sociedad. Véase, por ejemplo, el experimento de incrustación de palabras de Bolukbasi et al., que utilizó Word2vec como modelo estadístico pre-entrenado para analizar los posts de Google News como datos de entrenamiento. Cuando se pidió al algoritmo que resolviera la ecuación "el hombre es al programador informático lo que la mujer es a x ", respondió problemáticamente con $x = \text{'ama de casa'}$, lo que demuestra el efecto de la IA en el refuerzo de los estereotipos (Bolukbasi et al., 2016). Las diversidades sociales y culturales desaparecen fácilmente en el aprendizaje automático, ya que los algoritmos no pueden expresar la profundidad semántica a menos que se vuelvan lentos e ineficaces.¹⁶ La IA está representando un mundo cada vez más estandarizado, en el que las normas institucionales y sociales tradicionales se traducen y amplifican en nuevas normas estadísticas y computacionales (Pasquinelli, 2017).

¹⁶ El impacto de la IA en la sociedad ya se registra en los comportamientos cotidianos, cuando las personas se adaptan al algoritmo y no al revés. Cada vez es más común, por ejemplo, ajustar la pronunciación y neutralizar la entonación para asegurarse de que el software de reconocimiento de voz de un centro de llamadas o de un teléfono inteligente recoja las palabras correctamente. Este comportamiento autocorrectivo es una integración y absorción inconsciente de los sesgos del aprendizaje automático por parte de la propia sociedad.

Este ensayo ha intentado revisar las limitaciones que afectan a la IA como técnica matemática y cultural, destacando el papel del error en la definición de la inteligencia en general. Construyó un índice tentativo de límites, aproximaciones, sesgos, errores, falacias y vulnerabilidades del aprendizaje automático. Describió el aprendizaje automático como compuesto por tres partes: conjunto de datos de entrenamiento, algoritmo estadístico y aplicación del modelo (como clasificación o predicción). Luego, distinguió tres tipos de sesgos: del mundo, de los datos y del algoritmo. Sostuvo que los **límites** lógicos de los modelos estadísticos producen o amplifican el **sesgo** (que a menudo ya está presente en los conjuntos de datos de entrenamiento) y provoca **errores** de clasificación y predicción. Sin embargo, no se trata de una cuestión de máquinas, sino de una **falacia** política, cuando una correlación estadística entre números dentro de un conjunto de datos se recibe y acepta como causalidad entre entidades reales del mundo. El grado de comprensión de la información por parte de los modelos estadísticos utilizados en el aprendizaje automático provoca una **pérdida de información** también con respecto a la granularidad de las categorías y taxonomías, lo que se traduce en una pérdida de diversidad social y cultural. El límite último de los modelos de IA se encuentra en la incapacidad de detectar y predecir una **anomalía única**, como una metáfora en el lenguaje natural. Por la misma razón, los sistemas de IA también son vulnerables a los **ataques de adversarios** que puede lanzar un operador externo conociendo las regiones débiles de un modelo estadístico. En definitiva, el principal efecto del aprendizaje automático en el conjunto de la sociedad es la **normalización** cultural y social. La IA corporativa no hace sino extender el poder normativo de las antiguas instituciones del conocimiento a los nuevos aparatos computacionales. La normatividad distorsionada de la IA procede de las limitaciones lógicas del modelado estadístico, una técnica que se venera, vergonzosamente, como tótem animista de la cognición sobrehumana.

Referencias

- Bates, D.W. (2002). *Enlightenment Aberrations: Error and Revolution in France*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Bolukbasi, T. et al. (2016). Man is to Computer Programmer as Woman is to Homemaker? Debiasing Word Embeddings. *arXiv.org*. Disponible en: arxiv.org/abs/1607.06520
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford, UK: Oxford University Press.
- Crawford, K. (diciembre, 2017). The Trouble with Bias. *Conferencia magistral en la Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*. Video disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=fMym_BKWQzk
- Davison, J. (Junio, 2018). No, Machine Learning is not just glorified Statistics. *Medium*. Recuperado el 21 de marzo de 2019 de <https://towardsdatascience.com/no-machine-learning-is-not-just-glorified-statistics-26d3952234e3>
- Deleuze, G. and Guattari, F. (1983). *Anti-Oedipus*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Eco, U. (1986). *Semiotics and the Philosophy of Language*. Bloomington: Indiana University Press.
- Eco, U. (2000). *Apocalypse Postponed*, Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Eubanks, V. (2018). *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*. New York: St. Martin's Press.

- Foucault, M. (2005). *The Order of Things: An Archaeology of the Human Sciences*. (2da Ed. reimpressa. London: Routledge.
- Gitelman, L. (ed.) (2013). *Raw Data is an Oxymoron*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Guattari, F. (2013). *Schizoanalytic Cartographies*. London: Continuum.
- Illusory Correlation. (Marzo, 2019). En *Wikipedia*: http://en.wikipedia.org/wiki/Illusory_correlation [Consultado el 21 de marzo de 2019]
- Ingold, D. and Soper, S. (Abril, 2016). Amazon Doesn't Consider the Race of Its Customers. Should It? *Bloomberg*. Recuperado el 21 de marzo de 2019 de: www.bloomberg.com/graphics/2016-amazon-same-day
- Katz, Y. (2017). Manufacturing an artificial intelligence revolution (SSRN Scholarly Paper ID 3078224). Social Science Research Network. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3078224>
- LeCun, Y. et al. (1989). Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. *Neural Computation*, 1 (4), pp. 541–551. <https://doi.org/10.1162/neco.1989.1.4.541>
- LeCun, Y. (Julio, 2018). Learning World Models: the Next Step towards AI. *Conferencia magistral en la International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, Stockholm, Sweden.
- Leibniz, G. W. (1951). *Preface to the General Science. 1677*. Wiener, Leibniz: Selections.
- Li, Guanpeng et al. (2017). Understanding error propagation in deep learning neural network (DNN) accelerators and applications. Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, ACM.
- Lipton, Z.C. (2016). The Mythos of Model Interpretability. *arXiv preprint*. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1606.03490>
- McQuillan, D. (Junio, 2018). Manifiesto on Algorithmic Humanitarianism. Presentado en el *Simposio Reimagining Digital Humanitarianism*, Goldsmiths, University of London. Disponible en: <https://osf.io/preprints/socarxiv/ypd2s/download>
- McQuillan, D. (2018). People's Councils for Ethical Machine Learning. *Social Media and Society*, 4 (2). <https://doi.org/10.1177/2056305118768303>
- Moretti, F. (2013). *Distant Reading*. London: Verso Books.
- Murgia, M. (Abril, 2019). “Who’s using your face? The ugly truth about facial recognition”, *Financial Times*. Disponible en: <https://www.ft.com/content/cf19b956-60a2-11e9-b285-3acd5d43599e>
- O’Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction*, New York: Broadway Books.
- Noble, S. *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*, New York: NYU Press.
- Pasquinelli, M. (2015). Anomaly Detection: The Mathematization of the Abnormal in the Metadata Society. Paper presentado en Transmediale. Disponible en: www.academia.edu/10369819. [Consultado el 21 de marzo de 2019].
- Pasquinelli, M. (2017). Arcana Mathematica Imperii: The Evolution of Western Computational Norms. En: Maria Hlavajova et al. (eds.), *Former West* Cambridge, MA: MIT Press, pp. 281–293.
- Vincent, J. (Octubre, 2018). Christie’s sells its first AI portrait for \$432,500, beating estimates of \$10,000. *The Verge*. Recuperado el 21 de marzo de 2019 de: [dewww.theverge.com/2018/10/25/18023266](http://www.theverge.com/2018/10/25/18023266)
- Virilio, P. (1994). *The Vision Machine*. London/Bloomington: British Film Institute/Indiana University Press.
- Vogl, J. (2007). Becoming Media: Galileo’s Telescope. *Grey Room*, 29, pp. 14–25. <https://doi.org/10.1162/grey.2007.1.29.14>

La efectividad de las iniciativas del gobierno brasileño
para software libre y código abierto

Flávio Gomes da Silva Lisboa¹ y Marilene Zazula Beatriz²

Recibido: 21/09/2021; Aceptado: 02/11/2021

Cómo citar: Gomes da Silva Lisboa, F. y Zazula Beatriz, M. (2022). La efectividad de las iniciativas del gobierno brasileño para software libre y código abierto. *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 31-50. <https://doi.org/10.24215/23143924e047>

Resumen. Benjamin Birkinbine, un investigador en el área de estudios de medios, criticó, en 2016, la efectividad de los proyectos de software libre y de código abierto (FLOSS) dentro de las instituciones estatales brasileñas. Ese mismo año, en un breve informe, Andy Oram afirmó que los resultados de los gobiernos latinoamericanos que declararon su apoyo al software de código abierto fueron decepcionantes. En 2016, luego de la caída del gobierno de izquierda que promovió públicamente el software libre durante 13 años en Brasil, un periodista afirmó que el software libre en el gobierno brasileño tenía una fecha para morir: el 11 de noviembre de 2016. El hecho es que a partir de ese momento, el gobierno brasileño ha abandonado gradualmente el discurso de apoyo al software el libre y abierto. A partir de este escenario, este artículo propone revisar el estado del FLOSS en el estado brasileño, en una comparación con el análisis de Birkinbine en 2016 y presentar datos sobre el uso y producción de FLOSS por parte de las instituciones gubernamentales brasileñas.

Palabras clave: Brasil, inclusión digital, software libre, gobierno, software de código abierto.

Sumario. 1. Introducción. 2. Posicionamiento de Brasil después de 2016. 3. FLOSS después de 2016. 4. FLOSS en Brasil después de 2016. 5. Inclusión social, gobierno electrónico y ciudadanía electrónica. 6. Portal do Software Público Brasileiro. 7. Participa.br. 8. Laboratorio Hacker. 9. Legado de software libre del gobierno brasileño. 10. Conclusiones.

The Effectiveness of Brazilian Government Initiatives for Free and Open Source Software

1 Flávio Gomes da Silva Lisboa es doctorando en el Programa de Posgrado em Tecnología y Sociedad de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Brasil, en la línea de investigación Tecnología y Trabajo. Su investigación doctoral se focaliza en la intersección entre la organización de las comunidades de software libre y abierto y los empresas de economía popular y solidaria. Contacto: flavio.lisboa@fgsl.eti.br.

2 Marilene Zazula Beatriz es Profesora de Psicología de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Brasil, Departamento Académico de Estudios Sociales. También es miembro de la Incubadora de Economía Solidaria TECSOL. Su investigación es acerca del trabajo en organizaciones bajo los principios de economía popular y solidaria, tecnología social y psicología social del trabajo. Contacto: marilenez@utfpr.edu.br.

Abstract. Benjamin Birkinbine, a researcher in area of media studies, criticized, in 2016, the effectiveness of free and open source software (FLOSS) projects within Brazilian state institutions. In the same year, in a short report, Andy Oram stated that the results of Latin American governments that declared support for open source software were disappointing. In 2016, after the fall of the leftist government that publicly promoted FLOSS during 13 years in Brazil, a journalist stated that free software in Brazilian government had a date to die: 11st November 2016. Fact is that from that moment on, the free and open software supporting speech has been gradually abandoned by the Brazilian government. From this scenario, this article proposes to review the status of FLOSS in Brazilian state, in a comparison with the analysis of Birkinbine in 2016 and to present data about use and production of FLOSS by Brazilian government institutions.

Keywords: Brazil, digital inclusion, free software, government, open source software.

A Efetividade das Iniciativas do Governo Brasileiro para Software Livre e de Código Aberto

Resumo. Benjamin Birkinbine, pesquisador da área de estudos de mídia, criticou, em 2016, a eficácia de projetos de software livre e de código aberto (FLOSS) em instituições estatais brasileiras. No mesmo ano, em um breve relatório, Andy Oram afirmou que os resultados dos governos latino-americanos que declararam apoio ao software livre foram decepcionantes. Em 2016, após a queda do governo de esquerda que promoveu publicamente o FLOSS durante 13 anos no Brasil, um jornalista afirmou que o software livre no governo brasileiro tinha uma data para morrer: 11 de novembro de 2016. O fato é que a partir daquele momento, o discurso de apoio ao software livre e aberto foi gradualmente abandonado pelo governo brasileiro. A partir desse cenário, este artigo se propõe a revisar a situação do FLOSS no estado brasileiro, em uma comparação com a análise do Birkinbine em 2016 e apresentar dados sobre o uso e produção de FLOSS por instituições governamentais brasileiras.

Palavras-chave: Brasil, inclusão digital, software livre, governo, software de código aberto

1. Introducción

Birkinbine (2016, nuestra traducción) afirmó que el software libre en Brasil era “visto como un medio pragmático para alcanzar los objetivos de la inclusión digital, especialmente debido a los ‘expertos insurgentes’ altamente activos que pudieron hacer incursiones dentro de las instituciones estatales durante la presidencia de Lula”. Estos 'expertos insurgentes' perdieron espacio ante la destitución de la presidenta Dilma Rousseff, sucesora de Lula y miembro del mismo partido, Partido dos Trabalhadores (PT). El periodista Luiz Queiroz eligió una fecha para simbolizar el fin de las políticas de promoción del software libre en el gobierno brasileño: el 11 de noviembre de 2016. Ese día, luego de trece años de PT en el poder, el gobierno brasileño realizó una compra integral de sistemas Microsoft (Queiroz, 2016). Queiroz sugirió que a partir de ese momento, el software libre en el gobierno brasileño sería reemplazado por software propietario y agregó que algunas agencias gubernamentales se habían resistido durante mucho tiempo a la adopción de software libre.

Si el pensamiento de Queiroz era correcto, después de algunos años de compras, ya no habría software libre en el gobierno brasileño. El hecho es que el software libre ha perdido protagonismo en los sitios web gubernamentales y el gobierno federal ha retirado su patrocinio a varios eventos de software libre, como el Foro Internacional de Software Libre (FISL). Durante el gobierno del PT, algunas entidades corporativas brasileñas como la Asociación Brasileña de Empresas de Software (ABES, 2011), criticó al gobierno federal por promover un modelo de desarrollo de software que depende totalmente de la inversión del gobierno y perjudicó a las empresas privadas. El final del FISL en 2018, dos años después del final del gobierno del PT y el patrocinio del gobierno del evento, parecía indicar que ABES tenía razón. Entonces, para llegar a conclusiones significativas, la comunidad del software libre deberá encontrar medidas para determinar la efectividad de sus iniciativas. Aparentemente, el software libre en el gobierno brasileño no había producido resultados sostenibles.

2. Posicionamiento de Brasil después de 2016

Cuando Birkinbine publicó su artículo, Brasil era la séptima economía más grande del mundo. Según el Banco Mundial (2021) en 2008 Brasil se ha alcanzado un PIB de US \$ 1, 696 billones (en valores corrientes). La edición del 14 de noviembre de 2009 de *The Economist* trajo en su portada la imagen del despegue de la estatua del Cristo Redentor, como metáfora del crecimiento esperado de Brasil. Y el país más grande de América del Sur realmente creció exponencialmente hasta alcanzar un PIB de US \$ 2.616 billones en 2011. Aunque la economía brasileña parecía prometedora, la Asociación Brasileña de Empresas de Software (2011, p. 6, nuestra traducción) publicó un informe en contra de las políticas del gobierno brasileño a favor del software libre, alegando que el “modelo de producción de software de fuente abierta en escala cluster no genera innovación relevante sin el apoyo de recursos públicos, es más intensivo en mano de obra, paga menos en toda la cadena de producción, no es autosostenible” y dependía totalmente del apoyo del gobierno.

Sin embargo, el informe de esta asociación no aportó datos para probar estas afirmaciones. De hecho, el informe muestra que la participación del software libre brasileño en varios mercados fue baja, a excepción del gobierno, donde representó el 66%. Al mismo tiempo, Serpro (2010a, nuestra traducción), la empresa estatal de tecnología de la información más grande de América Latina, afirmó que el gobierno brasileño “ahorró R \$ 380 millones de 2003 a 2008 mediante la adopción de software libre y de fuente abierta en las computadoras del sector

público”. Presumimos que la molestia de la Asociación Brasileña de Empresas de Software (ABES) con el software libre no estaba relacionada con la falta de innovación, sino con la reducción de las compras gubernamentales. Si el gobierno brasileño pudiera usar software sin tener que pagar licencias y aún así desarrollar y mantener su propio software, probablemente compraría menos a los miembros de ABES.

Si bien, desde el punto de vista de los contribuyentes, es deseable que el Estado ahorre dinero, este no debe ser el único objetivo que se persigue con el uso de software libre. Como repite varias veces Richard Stallman, fundador de la Free Software Foundation, el software libre no es cerveza gratis. El software libre se trata de libertad, libertad para saber cómo funciona algo y tener la posibilidad de cambiarlo, corregir defectos o mejorarlo con más funciones. La libertad de crear sus propios artefactos tecnológicos es fundamental para la autonomía de un país. El software libre trata sobre el intercambio de conocimientos y la transferencia de tecnología, algo que no ocurre fácilmente entre países desarrollados y países en desarrollo. Podemos ver un ejemplo al respecto en Toni y Velho (1996) y Gama y Velho (2005), que aborda las ventajas de los investigadores franceses frente a las investigaciones brasileñas en la selva amazónica, la mayor parte de la cual pertenece a Brasil. A pesar de ser independiente de Portugal durante medio milenio, Brasil mantiene relaciones económicas que aún reproducen, en cierto modo, la lógica de una colonia, con la diferencia de que ahora tiene varias metrópolis. Según la Confederación Brasileña de Industrias, Brasil “es un campeón en las exportaciones de soja, aceite, mineral de hierro, celulosa, maíz, café y carne de res y pollo”, es decir, materia prima, como ocurrió en el período colonial e imperial (Confederação Nacional da Indústria, 2021, nuestra traducción). Por otro lado, Brasil importa productos como partes y accesorios de vehículos automotores, medicamentos y productos farmacéuticos, equipos de telecomunicaciones, incluyendo partes y accesorios, válvulas y tubos termoiónicos, de cátodo frío o fotocátodo, diodos, transistores, insecticidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores del crecimiento vegetal, desinfectantes y productos similares (Ministério da Economia, 2021).

Es necesario comprender, aunque sea brevemente, cómo se produjo la industrialización de Brasil para explicar el contexto económico actual. Luego de la creación de algunas industrias básicas por los gobiernos del presidente Getúlio Vargas entre 1930 y 1954, Brasil experimentó un gran proceso de industrialización durante el gobierno del presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961), quien afirmó antes de su toma de posesión que el país progresaría cincuenta años en cinco. Kubitschek facilitó la entrada de muchas empresas extranjeras en Brasil, como las ensambladoras de vehículos que permanecen hasta hoy (Fausto y Fausto, 2014). El modelo de desarrollo basado en la dependencia de industrias extranjeras fue criticado en su implementación por el filósofo brasileño Álvaro Vieira Pinto (1909-1987), quien denunció la condición de servidumbre del país en relación a la tecnología y defendió un modelo autónomo de desarrollo. Dagnino (2014) afirma que ninguna empresa desarrollará tecnología si tiene la posibilidad de comprarla, copiarla o robarla. En su concepción, la disponibilidad de tecnología de otros países desalienta la innovación en países subdesarrollados como Brasil.

En algunos momentos de su historia, Brasil tuvo iniciativas de desarrollo tecnológico autónomo. Algunas empresas estatales fueron creadas precisamente con el objetivo declarado de dotar al país de autonomía en algunas áreas estratégicas. Petrobras, por ejemplo, fue creada para que Brasil tuviera autonomía y dominio de la extracción de petróleo. Durante la dictadura militar brasileña, se crearon una empresa de construcción de aviones de propiedad estatal (EMBRAER)

y una empresa de fabricación de computadoras de propiedad estatal (COBRA) en medio de un discurso nacionalista. Rodrigues (2017, p. 8, nuestra traducción), sin embargo, cuestiona las motivaciones de la autonomía, alegando que el Estado brasileño, “como presupuesto de acumulación de capital también en la periferia, actuó de manera dependiente y subordinada, por lo que las empresas estatales eran relevantes para posibilitar el proceso de creación y envío de excedentes económicos a los países centrales, ya sea en forma de ganancias, intereses o transferencias de capital a través de privatizaciones”.

Las privatizaciones se redujeron bajo los gobiernos de Lula y Dilma, pero siguió sucediendo (BNDES, 2021a), incluida la privatización del operador monopolista estatal, Telecomunicações Brasileiras (Telebrás) (BNDES, 2009). Sin embargo, ambos presidentes crearon 38 nuevas empresas estatales a lo largo de sus mandatos, incluida la recreación de Telebrás para la ejecución del Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), o el “Plan Nacional de Banda Ancha”, para brindar acceso a Internet de bajo costo. (Piva, 2016). Según Birkinbine (2016, p. 3895), este plan se conoció como fracaso. Cuando este plan alcanzó su último hito en 2014, la conectividad a Internet en Brasil era aproximadamente del 58%. En 2021, según el gobierno brasileño, la conectividad a Internet es de alrededor del 78% (BRASIL, 2021). A modo de comparación, según datos de American Community Survey (Martin, 2021), en 2018 más del 80% de los hogares en Estados Unidos tenían una suscripción a Internet.

A pesar de que Birkinbine había dicho que el PNBL fracasó, parece que Brasil no está tan lejos de Estados Unidos cuando consideramos el acceso a Internet como un indicador de desarrollo. Para algunos gestores públicos, como Diniz (2017), la inclusión digital consta de tres herramientas básicas: computadora, acceso a Internet y dominio de estas herramientas. Esta vista considera que alguien está incluido digitalmente si puede operar una computadora (incluidos los teléfonos inteligentes en esta categoría) y navegar por Internet. Pero para Mori (2011) hay tres niveles de inclusión digital y el acceso a dispositivos e Internet es solo el primer nivel, un nivel suficiente para un país que depende de tecnología extranjera. La idea de libertad dentro de la filosofía del software libre no encajaba con este nivel de inclusión digital. Para el software libre, el usuario tiene que controlar los dispositivos, por lo que el nivel más apropiado de inclusión social sería el tercero, donde las personas dominan la tecnología lo suficiente como para cambiar el funcionamiento de los dispositivos. Para alcanzar este nivel, por supuesto, las personas deben pasar por el segundo, donde pueden adquirir los dispositivos, ¿cómo pueden modificar algo si no lo tienen?

Después de la publicación de la tesis de Mori, Brasil comenzó a experimentar una caída gradual de su PIB. A *The Economist* le bastó con publicar el 27 de septiembre de 2013 una portada con la imagen del Cristo Redentor en un vuelo sin control. En 2013, hubo varias movilizaciones masivas en más de 500 ciudades de Brasil. Esta serie de movimientos populares, que comenzaron con protestas contra el aumento de los boletos de autobús urbano, se conocieron como los Viajes de junio de 2013, aliados con una caída vertiginosa del PIB entre 2014 y 2015, contribuyeron al juicio político de la presidenta Dilma Rousseff en 2016. En este año, Brasil fue la novena economía más grande del mundo según el Banco Mundial (2021), con un PIB de US \$ 1.795 billones (en valores corrientes). El vicepresidente Michel Temer, que había roto con Dilma, asumió el gobierno brasileño en 2016 e inició una serie de reformas liberales, opuestas al programa progresista del Partido de los Trabajadores. Hubo un pequeño crecimiento

del PIB entre 2016 y 2017, pero volvió a caer y en 2019, antes de las pandemias de Covid-19, Brasil siguió siendo la novena economía más grande del mundo.

3. FLOSS después de 2016

Entre 2007 y 2010, la Association for Computing Machinery (ACM) promovió tres talleres internacionales centrados en FLOSS. Pero el evento académico de mayor duración para FLOSS es la International Conference on Open Source Systems (OSS), que comenzó en 2006, en Italia (Schloss Dagstuhl, 2021) y tuvo ediciones en varias ciudades del mundo. En 2016, la duodécima edición de este evento tuvo lugar en Gotemburgo, Suecia. La última edición presencial fue en 2019 (Canadá). La edición 2020 se ubicaría en Rusia, pero se llevó a cabo completamente en línea a través del software Zoom. La edición de 2021 fue completamente en línea, operada por Schloss Dagstuhl – Leibniz Center for Informatics. La página web de la 16ª edición (2020) afirma que “el desarrollo del software de código abierto (OSS) ha surgido en las últimas décadas como uno de los fenómenos más importantes de la informática y la ingeniería” (SCHLOSS DAGSTUHL, 2021). La edición con más artículos (52) fue la segunda, en 2007 y la de menos artículos (7) fue la última. Parece ser una señal de que el FLOSS sigue despertando el interés de los investigadores, aunque las últimas ediciones tuvieron una menor cantidad de artículos en comparación con las primeras.

Mientras que OSS centra la investigación en FLOSS, O'Reilly Open Source Software Conference (OSCON) se centra en compartir conocimientos para su aplicación inmediata en el trabajo. OSCON es un evento para profesionales de la industria y se llevó a cabo de manera ininterrumpida en los Estados Unidos entre 1999 y 2019. La página web de la edición de 2019 establece que "El código abierto es el núcleo del desarrollo de software" (O'Reilly Media, 2019, nuestra traducción). Esta página web también muestra a las grandes empresas tecnológicas como patrocinadores del evento. El evento solo fue interrumpido por la pandemia de coronavirus. Meira (2020, nuestra traducción) afirma que “ganó el software libre. Está en la base de las grandes plataformas globales, abiertas y accesibles. Pero al mismo tiempo, desapareció”. Meira lo explica diciendo que “todas las plataformas globales de software como servicio ya se basan en software libre, en software abierto. Si observa el software lanzado por Google, Microsoft, Facebook, Amazon, que está en Internet para ser utilizado, creó la capacidad para hacer casi cualquier cosa. Fue muy fácil hacer una plataforma” (MEIRA, 2020, nuestra traducción).

Según Pacitti (2006), informático brasileño asesorado por Otto Smith en Berkeley, el interés de los gobiernos europeos por el software libre estaba aumentando a principios del tercer milenio. Pacitti afirma que la adopción de FLOSS por parte de Europa tuvo razones estratégicas: los programas de código abierto podrían contrarrestar el dominio tecnológico de Estados Unidos en Europa, a través de sus empresas; FLOSS podría promover el desarrollo de una poderosa industria de software; La toma de decisiones del gobierno depende de los sistemas de software, que procesan los datos para la administración pública. En 2006, dos proyectos FLOSS, ObjectWeb (europeo) y Orientedware (chino), se unieron como una organización de código abierto, el Consorcio OW2. Según el sitio web de la organización, OW2 (2021) “proporciona un punto de encuentro para las partes interesadas de diferentes naturalezas que comparten un interés, ya sea técnico o empresarial, por el middleware de código abierto”. Desde 2012 OW2 promueve conferencias centradas en empresas y gobiernos europeos. El software libre sigue

siendo estratégico para la Unión Europea, como muestra la estrategia de software de código abierto 2020-2023 (Comisión Europea, 2020), que incluye entre sus objetivos clave el “progreso hacia la autonomía digital del enfoque digital independiente y propio de Europa”.

China, la segunda economía del mundo, también está invirtiendo en software libre, como recurso estratégico para el desarrollo tecnológico. A partir de 2018, los eventos LinuxCon, ContainerCon y CloudOpen tuvieron lugar en China, y permanece allí, uniéndose en un único evento llamado Open Source Summit (The Linux Foundation, 2021). Para 2021, OSChina, una organización china para la promoción de FLOSS, organizó una conferencia global, señalando que China también quiere mostrar liderazgo en FLOSS (OSChina, 2021). Por tanto, el software libre y de código abierto sigue siendo un tema de interés para países y empresas de todo el mundo. Según Birkinbine (2020, p. 10), “desde sus inicios en las décadas de 1980 y 1990, FLOSS ha demostrado ser una forma eficiente y eficaz de producir software. Ya sea que nos demos cuenta o no, la mayoría de nosotros confiamos en FLOSS en nuestra informática diaria, ya que proporciona una infraestructura crítica que permite que Internet funcione”.

4. FLOSS en Brasil después de 2016

Birkinbine (2016, p. 3897, nuestra traducción) afirma que Brasil contó con el apoyo de políticos que promovieron “la adopción oficial de sus productos en el gobierno local, estatal y federal, así como la adopción de leyes y políticas que requieren el uso (o trato preferencial) de software libre”. El marco legal para el software libre en Brasil comenzó en 2002, por el estado de Rio Grande do Sul (2002). Este estado promulgó una ley que obliga a las instituciones estatales a utilizar preferentemente software libre y abierto. Rio Grande do Sul es un estado que se separó de Brasil durante diez años en la llamada Guerra de Farrapos y del cual dos revoluciones intentaron derrocar al gobierno brasileño constituido, una de las cuales tuvo éxito (1930). Pero también es conocido por albergar 18 ediciones del Foro Internacional de Software Libre (FISL), entre 2000 y 2018 (Associação Software Livre.Org, 2018). El FISL terminó exactamente en el primer año de Jair Bolsonaro como presidente de Brasil, porque ya no tiene suficientes patrocinadores. La mayoría de los patrocinadores del FISL fueron instituciones estatales, que cortaron el apoyo tras la caída de la presidenta Dilma Rousseff.

Pero, a pesar del final del FISL, Brasil aún tiene dos eventos internacionales de FLOSS: Latinoware, que ocurre en el estado de Paraná desde 2004, y ConfLOSS, una conferencia que comenzó en 2020, con sede en el estado de Santa Catarina. Latinoware es promovida por una eléctrica estatal, Itaipu Binacional, que tiene una característica interesante: ha sido propiedad de Brasil y Paraguay. Entonces, las decisiones sobre el apoyo a los eventos no depende solo del gobierno brasileño. ConfLOSS es un evento que comenzó en línea y no necesitó grandes recursos más allá de voluntarios para hablar y enseñar. Así, Brasil llegó al 2021 acogiendo tres conferencias internacionales de FLOSS, con charlas y cursos impartidos por entusiastas y técnicos de varios países. Pero durante el gobierno del Partido de los Trabajadores, además de los grandes eventos, hubo varios eventos regionales, a veces con el apoyo de los gobiernos locales. Sin embargo, a pesar del continuo patrocinio del gobierno federal de los eventos FLOSS, la legislación federal sobre software libre nunca se promulgó. El primer proyecto de ley que determinó la adopción preferencial de FLOSS en el gobierno federal fue propuesto en 1999 (Câmara dos Deputados, 2019). En 2003, este proyecto se anexó a otro, y sigue en discusión hasta ser archivado en 2019, al inicio de la administración de Jair Bolsonaro. De hecho, el apoyo

al software libre en el gobierno brasileño dependía más de la voluntad de los administradores públicos que de la fuerza de la ley.

Tras la caída de Dilma Rousseff, el vicepresidente Michel Temer asumió el gobierno de Brasil, en 2016. Uno de los primeros actos de la administración de Temer en el área tecnológica fue la autorización para adquirir licencias de productos Microsoft, cuando existían productos FLOSS equivalentes y experiencia de más de una década de uso en empresas estatales (Payão, 2016). Solo el Ministerio de Medio Ambiente (2016) adquirió más de dos mil licencias de Microsoft Office Professional Plus 2013. En el mismo año, Jon “Maddog” Hall, miembro de The Linux Foundation y promotor de FLOSS en todo el mundo, afirmó que Brasil gastó más de R \$ 3 mil millones (alrededor de US \$ 937 millones en ese momento) con licencias de software.

Dilma Rousseff había publicado en 2013 un decreto sobre seguridad en la comunicación de datos en la administración pública, luego de las denuncias de espionaje gubernamental por parte de agencias de inteligencia estadounidenses realizadas por el exagente Edward Snowden. Este decreto determinó que los programas y equipos destinados a las actividades de la administración pública federal deben tener características que permitan la auditoría (Rousseff, 2013). Cuando Michel Temer asumió el gobierno, este decreto aún era válido. Pero en el primer año de su mandato, Microsoft abrió un Centro de Transparencia en Brasilia, que supuestamente permitiría al gobierno brasileño auditar los productos de la empresa (Canes, 2016). Los funcionarios del gobierno podrían ingresar a este centro y ver el código fuente de los programas que se supone que son los programas vendidos al gobierno. Pero a diferencia de FLOSS, estos funcionarios no podían compilar el código fuente que estaban viendo e implementarlo por sí mismos.

Luego de este gesto de transparencia de Microsoft, que aparentemente cumplió con la auditabilidad requerida por el decreto, el presidente Temer revocó el decreto en su último año en el cargo, eximiendo a los proveedores de software del gobierno brasileño de entregar productos y servicios auditables. El webmail Expresso, mantenido por Serpro, que se presentó en 2013 como una plataforma de correo electrónico más segura para el gobierno, se suspendió en 2017, cuando la empresa estatal de tecnología de la información firmó un contrato con la empresa yanqui Synacor para el uso de Zimbra (Grossmann , 2017a). Zimbra es un software con muchos componentes FLOSS, pero a diferencia de Expresso, no está disponible de manera que permita compilarlo fácilmente a partir del código fuente. Pero dado que Serpro ha subcontratado el desarrollo del software de correo electrónico, no necesita verificar que el producto instalado por Zimbra coincida con el código fuente disponible en el repositorio Github de la empresa. Si no personaliza el software FLOSS ni audita el código fuente, firmar un contrato de soporte es casi como comprar licencias.

Uno de los símbolos del abandono del apoyo al software libre y de código abierto por parte del gobierno brasileño es la indisponibilidad del sitio web www.softwarelivre.gov.br, el portal oficial sobre actividades gubernamentales de software libre. Hoy en día, esta dirección solo muestra una página predeterminada del servidor web FLOSS Zope, pero aún es posible acceder al contenido de algunos días antes de la caída de Dilma Rousseff en Internet Archive (2016b). En este portal podemos encontrar información sobre conferencias, capacitaciones y eventos relacionados con el software libre en el gobierno brasileño durante la administración del Partido de los Trabajadores. Este portal fue apoyado por Serpro que gradualmente eliminó las referencias a FLOSS de su propio portal institucional. En la página de inicio, por ejemplo, había una referencia visible en el pie de página sobre software libre (Internet Archive, 2016a). En 2020,

luego de 16 años de un programa de incentivos al FLOSS, el CEO de Serpro en el gobierno de Bolsonaro publicó una resolución que cancela todas las reglas definidas por direcciones anteriores, que establece la política de la empresa sobre el uso de soluciones de código abierto (Queiroz, 2020).

Serpro y Dataprev son las dos grandes empresas estatales de tecnología de la información del gobierno brasileño. El primero maneja datos financieros del estado brasileño, incluida la recaudación de impuestos y la transferencia de montos a estados y municipios. El segundo trata de datos sobre jubilaciones, pensiones y asistencia sanitaria. Ambas empresas estudiaron, invirtieron y promovieron el software libre desde la década de 1990. Serpro, por ejemplo, comenzó a considerar el uso de FLOSS en 1999, a partir de un estudio de viabilidad realizado para un Centro Especializado Unix-Linux creado en la empresa (Lisboa, 2019). Serpro y Dataprev participaron en la mayoría de las ediciones de Fisl y Latinoware donde presentaron varios proyectos FLOSS. Los empleados de Serpro presentaron tres ponencias en Free Software Workshop, un evento de investigación dentro de Fisl. En 2006 se presentó “HLBR - El uso de un puente como IPS para la seguridad de redes informáticas”, en 2010 se presentó “Proceso Demoiselle: un proceso libre para el desarrollo de software para e-Gov” y en 2011 se presentó “Implementación de un Módulo Scrum de gestión de proyectos basado en Expresso Livre” (los títulos anteriores fueron traducidos para este artículo).

Serpro informó que produjo 840 softwares libres y de código abierto entre 2003 y 2018, pero en realidad solo cuatro softwares creados por esta empresa cuentan con código fuente abierto y las licencias correspondientes: AlienDroid, Demoiselle Framework, Expresso V3 y Sagui (Lisboa y Beatriz, 2019a, p. 7-8). Uno de estos proyectos aún está activo, más concretamente, el subproyecto Signer (<https://github.com/demoiselle/signer>) del Demoiselle Framework, con frecuentes cambios en los últimos cinco años. Signer contiene componentes para facilitar la implementación de la firma digital en los estándares ICP-BRASIL.

Según Pissin (2008), Dataprev empezó a trabajar con FLOSS alrededor de 1999, como Serpro. Afirma que Dataprev creó el primer software libre y de código abierto del gobierno brasileño, CACIC, un sistema basado en agentes que es capaz de obtener un diagnóstico preciso del parque informático y brindar información sobre diferentes tipos de dispositivos y software presentes en una computadora. CACIC está disponible en el Portal de Software Público Brasileño del que hablamos más adelante. Dataprev y Serpro trabajaron juntos en el proyecto Expresso Livre (<http://www.expressolivres.org>), un software colaborativo con versiones basadas en el software alemán e-Groupware y Tine 2.0. Dataprev abandonó el desarrollo y uso de Expresso después de Serpro, en 2017 (Grossmann, 2017). Hoy en día, Dataprev todavía mantiene repositorios en Github con códigos de fuente abierta (<https://github.com/dataprev>), pero la mayoría de ellos son bifurcaciones de otros softwares.

En 2019, el presidente Jair Bolsonaro aprobó la realización de estudios para evaluar alternativas de privatización o asociación de Serpro y Dataprev con el sector privado (BNDES, 2021b). En el mismo año, Serpro presentó una plataforma digital que combina dos softwares como servicios en alianza con Google y Zimbra (Serpro, 2019). Un año después, Serpro firma un contrato con Amazon para vender servicios de computación en la nube en asociación. En 2021, la empresa china Huawei también obtiene este acceso (Serpro, 2021). A través de Serpro, los principales proveedores de servicios en la nube de EE. UU. Y China obtuvieron acceso al mercado del gobierno brasileño. Entonces, se vuelve cada vez más dependiente de las empresas

extranjeras para brindar servicios de tecnología de la información al gobierno brasileño, en un país que no fabrica hardware informático, solo ensambla las máquinas. Serpro ya dependía en gran medida de IBM. Cuando la empresa brasileña de tecnología de la información tuvo dificultades financieras en 2016 y retrasó los pagos a IBM, Serpro corrió el riesgo de suspender los servicios gubernamentales, ya que depende de IBM para mantener los mainframes y su sistema de control del ciclo de desarrollo de software.

5. Inclusión social, gobierno electrónico y ciudadanía electrónica

Birkinbine (2016, p. 3895) afirma que “las políticas de inclusión social reflejan la larga historia de política populista de Brasil, en la que los líderes políticos han sido elegidos sobre la base de su capacidad para obtener el apoyo de las clases más bajas de la nación, que constituyen la mayoría de las el electorado ”. En 2008, el Ministerio de Comunicaciones de Brasil, Hélio Costa, prometió que habría un telecentro en cada ciudad de Brasil hasta finales de junio de ese año (Serpro, 2008). Un telecentro, según el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, “es un punto de acceso público y sin fines de lucro de Inclusión Digital - PID, con computadoras conectadas a Internet, disponibles para varios usos” (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021, nuestra traducción). Los telecentros son como cibercafés, pero sin café.

Después de más de diez años, según una encuesta del Centro Regional Brasileño de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información, solo había 28 telecentros administrados por el gobierno federal de Brasil en 2019 (Cetic.br, 2019). Brasil tiene 5570 ciudades, por lo que la cantidad de telecentros federales representa menos de una décima parte de las ciudades (IBGE, 2021). En Brasil también hay telecentros administrados por estados y ciudades. Los telecentros podrían considerarse, según la clasificación de Mori, como un primer nivel de inclusión digital, porque hay una premisa de que las personas serán incluidas si tienen acceso a computadoras e Internet.

Los telecentros no fueron la única iniciativa del gobierno brasileño para promover la inclusión social a través de la inclusión digital. Birkinbine (2016) presentó tres proyectos de software libre diseñados para promover iniciativas políticas más amplias para la inclusión social: Portal de Software Público Brasileño, Participa.br y Hacker Lab. Revisamos estas iniciativas a continuación.

6. Portal do Software Público Brasileño

Birkinbine (2016, p. 3900) mencionó el Portal de Software Público Brasileño como “una plataforma en línea para que los usuarios envíen solicitudes de software para satisfacer las necesidades de sus comunidades locales” y afirmó que el portal era “uno de los ejemplos más llamativos de colaboración entre el gobierno y la comunidad del software libre ”. El portal aún existe, pero se trasladó de un dominio específico a la plataforma unificada gov.br, un portal web centralizado para el gobierno brasileño. La definición actual de software público es un “software libre que satisface las necesidades de modernización de la administración pública [...] y se comparte gratuitamente en el Portal Brasileño de Software Público, lo que resulta en el ahorro de recursos públicos y constituye un recurso beneficioso para administración pública y sociedad ”(BRASIL, 2016, nuestra traducción).

La Asociación Brasileña de Empresas de Software (ABES) señaló en su informe de 2011 que el portal tenía más del 50% de las descargas realizadas por competidores internacionales, donando así tecnología y conocimiento desarrollado con dinero público y perjudicando los intereses de la balanza comercial y de las empresas nacionales, en Brasil y en el exterior. Sin embargo, el informe no trajo una fuente para explicar cómo la asociación conocía el origen de las descargas. También es extraño que a ABES le moleste el hecho de que empresas extranjeras tengan acceso a software libre en el portal de software público brasileño, ya que algunos de sus miembros son empresas transnacionales con sede en el exterior, como Amazon, Borland, Dell, Google, Huawei, IBM, Microsoft, Oracle y Tibco. Las filiales brasileñas de estas empresas suelen tener el apellido “do Brasil (de Brasil)”, como si fueran brasileñas. Este detalle recuerda un pequeño libro publicado por Martins (2021) en 1961, que muestra el predominio de empresas extranjeras en la producción de bienes de consumo en Brasil, empresas que también usaban el apellido “do Brasil”.

ABES es una asociación que defiende activamente las licencias y patentes de software propietario. Es más conocida por la publicidad contra el uso de software pirateado. ABES tiene una página web exclusiva para reportar el uso de software pirateado para los asociados afectados. Esta página justifica la necesidad de informes basados en la ley brasileña de protección de la propiedad intelectual de programas informáticos (Brasil, 1998). La página web de informes contra el software pirateado fue lanzada por ABES en una iniciativa conjunta con The Software Alliance, una organización creada por Microsoft en 1988 para defender los derechos de autor.

7. Participa.br

Birkinbine (2016, p. 3902) presenta Participa.br como “una plataforma basada en la web destinada a aumentar la participación pública en el proceso de formulación de políticas”. Esta plataforma fue “un entorno virtual de participación social del gobierno brasileño [...] creado como parte de la respuesta del gobierno a las manifestaciones populares ocurridas a mediados de 2013” (Lisboa y Beatriz, 2019b). Decimos “fue” porque ya no existe con este nombre. A principios de 2021, el gobierno de Jair Bolsonaro “lanzó” una nueva “plataforma digital [...] para ampliar la participación social en el desarrollo de políticas públicas y crear un canal directo entre el gobierno y la sociedad” (Ribeiro, 2021). Esta plataforma se llama Participa Mais Brasil (Participa más Brasil) ya que podría promover una participación más popular en el gobierno que Participa.BR. Es algo muy curioso para un presidente conocido como amante de la dictadura que muchas veces amenaza a las instituciones democráticas brasileñas (The Economist, 2020). Pero el caso es que Participa Mais Brasil está disponible en <https://www.gov.br/participamaisbrasil/pagina-inicial> y contabilizó 17538 aportes hasta el 31 de agosto de 2021, con 14959 usuarios registrados. Se estimó que la población brasileña para 2021 sería de alrededor de 213 millones de personas. Entonces, los usuarios registrados de Participa Mais Brasil representaron menos del uno por ciento de la población.

8. Laboratorio Hacker

Birkinbine (2016, p. 3903) habla de Hacker Lab, un proyecto de la Cámara de Diputados de Brasil para “la cooperación entre el gobierno y la comunidad del software con el propósito de incrementar la participación social, el acceso a la información y la transparencia del gobierno”. A diferencia de iniciativas anteriores, lideradas por el poder ejecutivo, esta es una iniciativa del

poder legislativo. El Parlamento brasileño tiene más canales de participación popular que la Presidencia de la República. Los ciudadanos pueden participar en los cambios legislativos a través de plebiscito y referéndum, con votos, e iniciativa popular y el sistema Ideia Legislativa, con propuestas. Participa Mais BR es la única forma que tiene un ciudadano brasileño de discutir proyectos de ley con el poder ejecutivo del gobierno brasileño.

La Cámara de Diputados de Brasil afirma que Hacker Lab “también tiene como objetivo articular una red entre parlamentarios, servidores públicos, hackers cívicos y sociedad civil que contribuya a una cultura de transparencia y participación social a través de la gestión de datos públicos” (Câmara dos Deputados (2021) . Hacker Lab mantiene 72 repositorios de proyectos FLOSS en Github (<https://github.com/labhackercd>). El repositorio con las últimas actualizaciones, painel-da-participacao, fue desarrollado para mostrar el historial de uso de dos de los canales de participación de de la Cámara de Diputados, que se encuentran disponibles en la plataforma eDemocracia. Este repositorio tiene solo tres contribuyentes. El segundo repositorio con las últimas actualizaciones, audiencias-publicas, permite participar de forma remota en los eventos a través de un enfoque de tres paneles: video en vivo, chat y preguntas clasificadas de colaboración colectiva. Este repositorio tiene 9 colaboradores. 15 repositorios de Hacker Lab se actualizaron en 2021, lo que indica que hay actividades de desarrollo o mantenimiento. Hay 36 repositorios archivados (50%).

9. Legado de software libre del gobierno brasileño

Birkinbine (2016, p. 3094-3905, nuestra traducción) afirma que “todavía existen problemas asociados con la determinación de la efectividad general de estos proyectos” porque no existen medidas para determinar la efectividad de estas iniciativas. De hecho, no encontramos medidas en la documentación del proyecto que respondan si se lograron los objetivos de inclusión social o digital. Parece que el gobierno brasileño ignoró por completo a Carder y Reagan (2005, p. 54, nuestra traducción), quienes afirman sólo “lo que se mide es lo que se hace”.

Pero fue posible estudiar el uso y la producción de software libre por parte de las instituciones del gobierno federal brasileño. Una encuesta, realizada entre 2018 y 2020 por los autores deste artículo (LISBOA y BEATRIZ, 2020), muestra qué software siguen utilizando estas instituciones, luego de la "muerte del software libre en el gobierno brasileño", anunciada por el periodista Luiz Queiroz en 2016. Esta investigación se realizó a través del sistema electrónico brasileño para el acceso ciudadano a la información. Se realizaron solicitudes de información a cada una de las instituciones federales de los tres poderes de la República. Estas solicitudes preguntaban (1) qué software libre se ha utilizado, (2) si la institución había producido software libre y (3) si existían criterios para decidir la compra de software en términos de licencia.

Ahora, presentamos los resultados de esta encuesta, que representan el legado de la política FLOSS en Brasil. Los datos principales son:

- Se interrogó a 167 instituciones gubernamentales;
- 16 (9,58%) compran software propietario y no lo justifican;
- 2 (1,2%) justifican la compra de software propietario;
- 96 (57,49%) no respondieron acerca de la política de compra;
- 53 (31,74%) dijeron que la compra depende de la evaluación técnica;
- 14 (8,38%) desarrollaron software libre;

- Se reportaron 1019 softwares;
- 755 (74%) eran realmente software libre;
- 264 (26%) no eran FLOSS.

Las 167 instituciones se categorizaron como agencia, centro de investigación, instituto educativo estatal, federal (cursos de secundaria), poder judicial, legislativo, ministerial, universitario y otros. Identificamos 1019 programas diferentes en uso, 264 de los cuales no son programas libres ni de código abierto. Esto significa que las instituciones reportaron 264 softwares como si fueran FLOSS, pero sus licencias no son libres ni de código abierto. El mayor usuario de FLOSS del gobierno brasileño es Serpro, la mayor empresa estatal brasileña de tecnología de la información, que utiliza 194 softwares. El segundo mayor usuario es la Cámara de Diputados, con 141 y el tercero es el Banco do Brasil (un banco fundado antes de la independencia de Brasil) con 129 softwares. Entre los diez principales usuarios, dos son institutos educativos federales y tres son universidades. 14 instituciones informaron que produjeron algunos FLOSS. Las universidades, como grupo, son los mayores usuarios de FLOSS. Juntos utilizan 1341 softwares libres y de código abierto. El segundo grupo más grande de usuarios son las empresas estatales, con 682 softwares. El tercero son los institutos educativos federales, con 670 softwares.

La Tabla n°1 muestra los 20 FLOSS más utilizados en el gobierno brasileño.

Tabla N° 1. Los 20 FLOSS más utilizados en el gobierno brasileño

Software	Instituciones usuarias
LibreOffice	88
Ubuntu	85
PostgreSQL	77
Apache (HTTP Server)	67
MySQL	67
CentOS	63
Zabbix	62
Debian	58
Mozilla Firefox	43
GitLab	42
Moodle	41
Eclipse	39
OpenJDK	39
Docker	33
PHP	32
Nginx	31
GLPi	31
Apache Tomcat	31
GIMP	30
7-Zip	30

Fuente: Elaboración propia

Los 1019 softwares identificados (FLOSS y no FLOSS) se agruparon en 254 categorías, según su finalidad. Entre los diez FLOSS más utilizados por el gobierno brasileño, encontramos tres sistemas operativos (Ubuntu, CentOS y Debian) y dos sistemas de administración de bases de

datos (PostgreSQL y MySQL), que sirven como base para construir sistemas de software más específicos. La categoría de sistema operativo es la más utilizada, con 283 softwares. El sistema de gestión de bases de datos es el segundo, con 227 softwares. La licencia de software más común es la GPL-2.0, con 783 softwares. El segundo es GPL, con 520 softwares y el tercero es Apache-2.0 con 512 softwares. Algunas instituciones informaron los protocolos de comunicación por ser softwares, como NFS, DNS e DHCP.

BB Tecnologia, empresa estatal de tecnología de la información, informó, en un principio, que había producido FLOSS, pero no dio los nombres. Cuando preguntamos por los nombres de los softwares, la empresa se contradijo, afirmando que no desarrolla aplicaciones bajo las definiciones de la Free Software Foundation. Cámara de Diputados no informó el nombre de los softwares, pero informó a los repositorios dónde llegamos para encontrarlos. En Github, la Cámara tenía tres repositorios, pero uno de ellos no tenía licencia FLOSS. EMBRAPA informó que se han producido 6 FLOSS, pero 2 de ellos no tienen código fuente disponible. Dataprev informó 3 softwares en el Portal de Software Público Brasileño y 14 softwares en Github, pero de estos 14 softwares, solo 8 de ellos tienen licencias FLOSS. El Senado federal respondió que no había producido FLOSS, pero encontramos una página web del gobierno que dice que el Senado lideró el desarrollo de LexML, un portal con información legal y legislativa. Así, de 14 instituciones declaradas como productoras de software libre, 12 de ellas son productores efectivos. El mayor productor es una institución educativa. La mayoría de las instituciones han producido solo un software libre. La Tabla n°2 muestra los productores de software libre efectivos en el gobierno brasileño.

Tabla N° 2. Productores de FLOSS efectivos en el gobierno brasileño

Institución	Softwares Producidos
Agência Nacional de Saúde Suplementar	1
Banco do Brasil	1
Câmara de Diputados	3
Companhia Nacional de Abastecimento	1
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	4
Dataprev	11
Instituto Federal de Minas Gerais	13
Ministerio de la Economía	1
Ministerio de la Educación	1
Ministerio del Medio Ambiente	1
Senado Federal	1
Serpro	4

Fuente: Elaboración propia

9. Conclusiones.

Para concluir este artículo, hagamos algunos vínculos entre temas de soberanía, transparencia e inclusión digital en Brasil. Birkinbine (2016, p. 3904) afirma que “Brasil se ha opuesto

abiertamente a las actividades de vigilancia de Estados Unidos”. Esto fue cierto para el gobierno de Dilma Rousseff. Después de su caída, las actividades de vigilancia fueron ignoradas. Como mencionamos, la auditabilidad del software ha dejado de ser una preocupación desde el gobierno de Michel Temer. El ejemplo del Centro de Transparencia de Microsoft muestra que para los gobiernos brasileños posteriores a 2016, la palabra del proveedor es suficiente para creer que el software no tiene instrucciones que recopilen datos de forma no autorizada.

De hecho, la transparencia en Brasil se vio amenazada a partir de 2019, con la elección de Jair Bolsonaro. En el primer año de su gobierno, su vicepresidente, el general Hamilton Mourão emitió un decreto que modifica la Ley de Acceso a la Información para dificultar el acceso a los documentos públicos (Brasil, 2019). Este decreto duró poco más de un mes. La fiscalía federal apeló a la Corte Suprema, alegando que el decreto era inconstitucional, lo que obligó al presidente Bolsonaro a revocarlo. Pero luego de este episodio, el propio presidente decretó cien años de secreto de diversos documentos, lo que podría aclarar acusaciones contra los ministros de su gobierno y sobre la participación de sus hijos en las decisiones gubernamentales (TV Globo, 2021).

Al mismo tiempo, el gobierno de Bolsonaro incrementó la digitalización de los servicios ciudadanos. En 2021, el portal www.gov.br alcanzó la marca de 4751 servicios, lo que representa el 71% de los servicios públicos prestados por el gobierno federal. Si bien el acceso digital a los servicios públicos puede verse como una conveniencia y facilidad para las personas, debemos recordar que este uso depende de la inclusión digital. Y, como ya hemos comentado, existen varios niveles de inclusión. No es suficiente tener dispositivos que permitan la conexión a servidores del gobierno federal. La alfabetización digital es necesaria para permitir que los usuarios naveguen por los servicios.

Aunque el periodista Luiz Queiroz anunció la muerte del software libre en el gobierno brasileño en 2016, lo cierto es que este gobierno sigue utilizando 755 software libre y ha producido 42 software libre que aún están disponibles. “Sin embargo”, como afirma Birkinbine (2016, p. 3094), “todavía existen problemas asociados con la determinación de la efectividad general de estos proyectos”. Pudimos ver, en la encuesta realizada con instituciones federales, que existe una gran cantidad de software cuyo código fuente no ha sido abierto o no ha sido debidamente licenciado. En el caso de Serpro, por ejemplo, supuestamente hay más de 800 piezas de software cuyo código fuente podría compartirse. Estos softwares forman parte de los servicios públicos que se ofrecen al ciudadano. Podrían construirse junto con la sociedad. Un programa integral de inclusión digital podría permitir que las personas participen en la construcción de software gubernamental como una forma de participación democrática. Pero esto nunca se exploró cuando hubo políticas para promover el software libre y abierto.

Al final, tanto en el período de políticas para incentivar el uso de software libre en el gobierno como en el período actual, observamos que el ciudadano es tratado como un consumidor. El software libre realmente producido tenía el código fuente disponible, pero no hubo participación ni trabajo de construcción de comunidad. La sociedad efectivamente no se apropió de ellos. Un caso estudiado en Lisboa (2019) es el del software Sagui, un sistema de actualización masiva de estaciones de trabajo Linux. Según el caso de estudio realizado, Sagui es un ejemplo de software libre que no es software comunitario. Es de código abierto, tiene una licencia que se adhiere a las libertades de la Free Software Foundation, pero nunca ha habido una comunidad de usuarios y desarrolladores de Sagui. Básicamente era un software creado dentro de una empresa, Serpro, sin

discusión ni participación de la sociedad, y lanzado sin ningún proyecto de inclusión digital a nivel de apropiación tecnológica.

De hecho, crear software libre no es la parte más difícil de un proyecto de inclusión digital que considera que el intercambio de conocimientos es una parte necesaria para apropiarse de la tecnología. La parte más difícil es convertir a las personas que usan artefactos tecnológicos en personas que crean artefactos tecnológicos y que los crean colectivamente. Los gobiernos del Partido de los Trabajadores en Brasil lograron producir efectivamente algún software libre, pero no lograron construir comunidades que convertirían este software en instrumentos de inclusión digital y social.

Referencias

- Associação Software Livre.Org (2018). *18th International Free Software Forum*. Accessed September, 15, 2021. Recuperado de <http://fisl18.softwarelivre.org/index.php/en>
- Birkinbine, B. J. (2016). Free Software as Public Service in Brazil: An Assesment of Activism, Policy and Technology. *International Journal of Communication* 10, 3893–3908.
- Birkinbine, B. J. (2020). *Incorporating the Digital Commons: Corporate Involvement in Free and Open Source Software*. London: University of Westminster Press.
- BNDES (2009). *Privatização - Federais – Telecomunicações*. Recuperado de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/desestatizacao/processos-encerrados/Privatizacao-Federais-Telecomunicacoes>
- BNDES (2021a). *History of privatization of state-owned companies in Brazil*. Recuperado de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/desestatizacao/processos-encerrados/Historico>
- BNDES (2021b). *Serpro e Dataprev*. Recuperado de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/desestatizacao/processos-em-andamento/serpro-e-dataprev>
- Brazil (1998). *Computer program intellectual property protection law*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19609.htm.
- Brazil (2016). *Brazilian Public Software Availability Ordinance*. Recuperado de <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/software-publico/portaria-46.pdf>
- Brazil (2019). *Decreto nº 9.690/2019*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/decreto/d9690.htm
- Brazil (2021). *Brasil está entre os cinco países do mundo que mais usam internet*. Notícias. April 26th, 2021. Recuperado de <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2021/04/brasil-esta-entre-os-cinco-paises-do-mundo-que-mais-usam-internet>
- Brazilian Association of Software Companies (2011). *Brazilian Software Market: scenario and trends*. São Paulo: Associação Brasileira das Empresas de Software. Recuperado de http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/Mercado_BR2011.pdf
- Brazilian Association of Software Companies (2021). *Associated Companies*. Recuperado de <https://abessoftware.com.br/associados>

- Câmara dos Deputados (2019). *PL 2269/1999*. Law Project. Recuperado de <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=17879&ord=1>
- Câmara dos Deputados (2021). *Lab Hacker*. Recuperado de <https://labhackercd.leg.br>
- Canaltech.com.br (2016). *Governo Federal vai trocar software livre por programas da Microsoft*. Recuperado de <https://canaltech.com.br/governo/governo-federal-vai-trocar-software-livre-por-programas-da-microsoft-83193>
- Canes M. (2016). *Microsoft abre em Brasília primeiro Centro de Transparência da América Latina*. Recuperado de <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2016-10/microsoft-abre-em-brasilia-primeiro-centro-de-transparencia-da-america>
- Carder, B. Ragan, P. (2005) *Measurement Matters: How Effective Assessment Drives Business and Safety Performance*. Milwaukee: Quality Press.
- Cardoso, M. (2015). O fracasso do Programa Nacional de Banda Larga. *Carta Capital*. Recuperado de <https://www.cartacapital.com.br/blogs/intervozes/o-fracasso-do-plano-nacional-de-banda-larga-3770>
- Cetic.br (2019). G1 – *Telecentros em funcionamento, por nível de governo que administra o telecentro*. Recuperado de <https://cetic.br/pt/tics/centrospublicos/2019/centros-publicos-de-acesso/G1>
- Confederação Nacional da Indústria (2021). *Exportação no Brasil: presença no mercado global*. Recuperado de <http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/exportacao-e-comercio-exterior>
- Dagnino, R. (2014). *Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas*. Campina Grande: EDUEPB. Recuperado de <http://books.scielo.org/id/7hbdT>
- Diniz, J. (2017). *A inclusão digital no Brasil ainda é um desafio*. Recuperado de <https://www.unama.br/noticias/inclusao-digital-no-brasil-ainda-e-um-desafio>
- European Commission (2020). *Open source strategy 2020-2023*. Recuperado de https://ec.europa.eu/info/departments/informatics/open-source-software-strategy_en
- Fausto, B. Fausto, S. (2014). *A concise history of Brazil*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gama, W. Velho, L. (2005). A cooperação científica internacional na Amazônia. *Estudos Avançados*. 205-224. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ea/a/Z5Nz3KWBTyTGwdc8MqfvQgv>
- Grossmann, L. O. (2017a). *Serpro*: Novo serviço de e-mail reduz custos com desenvolvimento. Recuperado de <https://www.convergenciadigital.com.br/Gestao/Serpro:-Novo-servico-de-e-mail-reduz-custos-com-desenvolvimento-45980.html>
- Grossmann, L. O. (2017b). *Depois do Serpro*, Dataprev também vai abandonar o Expresso. Recuperado de <https://www.convergenciadigital.com.br/Cloud-Computing/Depois-do-Serpro%2C-Dataprev-tambem-vai-abandonar-o-Expresso-46168.html>
- IBGE (2021). *Brazil statistics*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>
- Internet Archive (2016a). *Serpro*. Recuperado de <https://web.archive.org/web/20161224160948/http://www4.serpro.gov.br>
- Internet Archive (2016b). *Software livre no governo do Brasil*. Recuperado de <https://web.archive.org/web/20160818185439/http://www.softwarelivre.gov.br>
- Lisboa, F. G. S. (2019). *Production of free software by a state-owned information technology enterprise: a study case on the perspective of social technology*. Recuperado de <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3907>

- Lisboa, F. Beatriz, M. Z. (2019a). A Cutout of Free Software History in Brazilian State: A Case Study of Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO). *Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, Pages 1 to 17. Recuperado de <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/issue/view/88>
- Lisboa, F. G. S. Beatriz, M. Z. (2019b). *Participa.br: A Critical Study Case of a Participatory Democracy Mechanism based on a Free and Open Source Software from Perspective of Actor-Network Theory*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Flavio-Lisboa/publication/343657847_Participabr_A_Critical_Study_Case_of_a_Participatory_Democracy_Mechanism_based_on_a_Free_and_Open_Source_Software_from_Perspective_of_Actor-Network_Theory/links/5f36d58292851cd302f4b75c/Participabr-A-Critical-Study-Case-of-a-Participatory-Democracy-Mechanism-based-on-a-Free-and-Open-Source-Software-from-Perspective-of-Actor-Network-Theory.pdf
- Lisboa, F. G. S. Beatriz, M. Z. (2020). *The Use of Free Software by Brazilian Government between 2018 and 2020*. 17º Congresso Latino-americano de Software Livre e Tecnologias Abertas. Anais Latin.Science 2020. Recuperado de https://2020.latinoware.org/wp-content/uploads/2021/03/LatinScience_2020_paper_10.pdf
- Martin, M. (2021). *Computer and Internet Use in the United States: 2018*. American Community Survey Reports. Recuperado de <https://www.census.gov/library/publications/2021/acs/acs-49.html>
- Martins, P. G. (2021). *Um dia na vida do Brasileiro*. Rio de Janeiro: AEPET. Recuperado de <http://www.aepet.org.br/w3/images/2021/03/brasilino.pdf>
- Meira, S. (2020). *Software livre venceu e desapareceu*. Agora tudo é serviço. Recuperado de <https://www.convergenciadigital.com.br/Inovacao/Software-livre-venceu-e-desapareceu.-Agora-tudo-e-servico.-53856.html>
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. (2021). *Telecentros*. Recuperado de https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/comunicacao/SETEL/inclusao_digital/telecentros/TELECENROS.html
- Ministério da Economia (2021). *Balança Comercial Consolidada e Séries Históricas*. Recuperado de <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>
- Ministério do Meio Ambiente (2016). *Price Registration for Purchasing Microsoft Office 2013 Perpetual Use Licenses*. Recuperado de <http://www.comprasnet.gov.br/aceso.asp?url=/edital-193099-05-1-2016>
- Mori, C. K. (2011). *Políticas públicas para inclusão digital no Brasil: aspectos institucionais e efetividade em iniciativas federais de disseminação de telecentros no período 2000-2010*. Recuperado de <https://repositorio.unb.br/handle/10482/10560>
- O'Reilly Media (2019). *Open Source Software Conference 2019*. Recuperado de <https://conferences.oreilly.com/oscon/oscon-or-2019.html>
- OSChina (2021). *GOTC: The Global Opensource Technology Conference*. Recuperado de <https://gotc.oschina.net/en>
- OW2 (2021). *Introducing OW2*. Recuperado de https://www.ow2.org/view/About/OW2_Introduction
- Pacitti, T. (2006). *Paradigmas do Software Aberto*. Rio de Janeiro: LTC.

- Payao, F. (2016). *Governo Temer vai abandonar software livre para comprar produtos Microsoft*. Recuperado de <https://www.tecmundo.com.br/microsoft/111214-governo-temer-abandonar-software-livre-comprar-produtos-microsoft.htm>
- Pissin, J. L. (2008). *Dataprev*. Recuperado de <https://pt.slideshare.net/freedomdayms/dataprev-presentation>
- Piva, J. D. (2016). *Alckmin exagera número de estatais criadas durante a gestão petista*. Recuperado de <https://piaui.folha.uol.com.br/lupa/2016/06/16/alckmin-exagera-numero-de-estatais-na-gestao-petista>
- Prakash, Abhishek. (2016). *Brazil Is Ditching Open Source For Microsoft*. It's FOSS. Recuperado de <https://itsfoss.com/brazil-open-source-microsoft>
- Queiroz, L. *Software Livre tem data marcada para morrer no governo: 11 de novembro*. Recuperado de <http://capitaldigital.com.br/software-livre-tem-data-marcada-para-morrer-no-governo-11-de-novembro>
- Queiroz, L. (2020). *Serpro abandona política de uso do software livre e parte para a dependência tecnológica*. Recuperado de 2021. <http://capitaldigital.com.br/serpro-abandona-politica-de-uso-do-software-livre-e-parte-para-a-dependencia-tecnologica>
- Ribeiro, V. (2021). *Governo federal lança canal de participação em políticas públicas* 8th february, 2021. Recuperado de <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/politica/audio/2021-02/governo-federal-lanca-canal-de-participacao-em-politicas-publicas>
- Rio Grande do Sul. (2002). *Lei nº 11.871, de 19 de dezembro de 2002*. Recuperado de <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/11.872.pdf>
- Rodrigues, C. H. L. (2017). *Imperialism and state enterprise in brazilian dependent capitalism (1956-1998)*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/322818>
- Rousseff, Dilma. (2013). *Decreto nº 8.135, de 4 de novembro de 2013*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/decreto/d8135.htm
- Schloss Dagstuhl (2021). *International Conference on Open Source Systems (OSS)*. Recuperado de <https://dblp.org/db/conf/oss/index.html>
- Serpro (2008). *Brasil terá telecentros em todos os municípios até o fim do mês*, diz Hélio Costa. Accessed September, 15, 2021. <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-antigas/brasil-tera-telecentros-em-todos-os-municipios-ate-o-fim-do-mes-diz-helio-costa>
- Serpro (2010a). *Governo federal economiza R\$380 mi ao adotar softwares livres*. Recuperado de <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-antigas/governo-federal-economiza-r-380-mi-ao-adotar-sofware-livres>
- Serpro (2010b). *Serpro e Dataprev lançam Expresso em Nuvem*. Recuperado de <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-antigas/serpro-e-dataprev-lancam-expresso-em-nuvem>
- Serpro (2016). *Institutional portal on August 28th, 2016*. Recuperado de <https://web.archive.org/web/20160828172625/http://www4.serpro.gov.br>
- Serpro (2019). *Serpro TeamWork é destaque no Google Day*. Recuperado de <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2019/serpro-teamwork-e-destaque-no-google-day>
- Serpro (2020). *Serpro e AWS juntas para impulsionar a transformação digital do país*. Recuperado de <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2020/serpro-aws-nuvem>

- Serpro (2021). *Serpro firma mais uma parceria para prestação de serviços em nuvem*. Recuperado de <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2021/parceria-nuvm>
- The Economist (2020). *Does Jair Bolsonaro threaten Brazilian democracy?* June 13th 2020. Recuperado de <https://www.economist.com/the-americas/2020/06/11/does-jair-bolsonaro-threaten-brazilian-democracy>
- The Linux Foundation (2021). ***Building and sustaining open source communities***.
Recuperado de <https://events.linuxfoundation.org>
- The World Bank (2021). All Countries and Economies. Recuperado de https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?most_recent_value_desc=true The World Bank (2021). Brazil. Accessed September, 15, 2021. <https://data.worldbank.org/country/BR>
- Toni, Fabiano. Velho, Lea. (1996). A presença francesa no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. *Interciência*. 25-30. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/95527>
- TV Globo (2021). *Governo impõe sigilo de cem anos sobre acesso dos filhos de Bolsonaro ao Planalto*. Recuperado de <https://g1.globo.com/politica/noticia/2021/07/31/governo-impoe-sigilo-de-cem-anos-sobre-crachas-de-acesso-dos-filhos-de-bolsonaro-ao-planalto.ghtml>
- Vieira Pinto, A. (2005). *O conceito de tecnologia*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Wikipedia (2021). *O'Reilly Open Source Convention*. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/O%27Reilly_Open_Source_Convention

¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina?¹

Hernán Morero², Pablo Ortiz³, Jorge Motta⁴ y Esmeralda Dávila⁵

Recibido: 11/02/2022; Aceptado: 19/04/2022

Cómo citar: Morero, H; Ortiz, P; Motta, J. y Dávila, E. (2022). ¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina?. *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 51-75. <https://doi.org/10.24215/23143924e048>

Resumen.

El presente artículo se propone aportar estadísticas para el caso argentino sobre la relevancia del FLOSS (Free/Libre Open Source Software) a nivel de producción empresarial. Ello se realiza en base a un análisis descriptivo de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”. Primeramente se evalúa el grado de importancia que tiene el FLOSS a nivel de producción y ventas en el sector. En segundo lugar, se presenta qué clases de FLOSS realizan las empresas argentinas indagadas en la encuesta. Y por último, se comparan una serie de aspectos comportamentales y de desempeño (en materia de vinculaciones, innovación y capacitación) entre empresas FLOSS y no FLOSS. El artículo concluye que la mayor parte de las empresas de software de la muestra produce o utiliza software libre u *open source*. Y que no hay diferencias estadísticamente significativas ni en el tamaño, ni en el comportamiento o el desempeño entre las empresas que producen y/o proveen servicios en base a FLOSS y las no FLOSS.

Palabras clave: sector de software, software libre y open source, innovación, empresas

Sumario. 1. Introducción. 2. Objetivos y Metodología. 3. Marco teórico de referencia: abordajes teóricos sobre el FLOSS. 4. Resultados. 5. Comentarios finales y conclusiones

How much FLOSS is there in Argentina's software industry?

¹ Una versión preliminar de este trabajo ha sido presentada como resumen ampliado en la XXVI Reunión Anual de la Red Pymes-Mercosur, organizada por la Universidad Nacional de Comechingones (Merlo, San Luis), los días 13, 14 y 15 de octubre de 2021.

² Profesor Adjunto en Economía Industrial, de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). También es Investigador Adjunto del CONICET, en el Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS – UNC y Conicet). Contacto: hernanmorero@eco.uncor.edu

³ Profesor Asistente en el Departamento de Estadística y Matemáticas, de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). También es Investigador del Instituto de Estadística y Demografía (FCE – UNC). Contacto: pablo.ortiz@unc.edu.ar

⁴ Profesor Titular de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), Facultad de Ciencias Económicas. También es Investigador del Centro de Investigaciones en Ciencias Económicas (CICE-FCE-UNC). Contacto: jorge.jose.motta@unc.edu.ar.

⁵ Ingeniera Mecánico de la Universidad Nacional Experimental del Táchira -Venezuela. También es Investigadora en formación de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), Facultad de Ciencias Económicas. Contacto: elsifiallo@gmail.com.

Abstract. This article aims to provide statistics for the Argentine case on the relevance of FLOSS (Free/Libre Open Source Software) at the business production level. This is done based on a descriptive analysis of the "III Survey on Innovation in the Software Sector in Argentina 2019". Firstly, the degree of importance of FLOSS at the production and sales level in the sector is evaluated. Secondly, it is presented what kinds of FLOSS are performed by the Argentine companies surveyed in the survey. Finally, a series of behavioral and performance aspects (in terms of linkages, innovation and training) are compared between FLOSS and non-FLOSS companies. The article concludes that most of the software companies in the sample produce or use free or open source software. And that there are no statistically significant differences in size, behavior or performance between companies that produce and/or provide services based on FLOSS and non-FLOSS.

Keywords: software sector, free and open source software, innovation, firms

Quanto FLOSS existe na indústria de software da Argentina?

Resumo. Este artigo tem como objetivo fornecer estatísticas para o caso argentino sobre a relevância do FLOSS (Free/Libre Open Source Software) no nível da produção empresarial. Isto é feito com base em uma análise descritiva da "III Pesquisa sobre Inovação no Setor de Software na Argentina 2019". Primeiramente, é avaliado o grau de importância do FLOSS no nível de produção e vendas no setor. Em segundo lugar, são mostrados os tipos de FLOSS realizados pelas empresas argentinas pesquisadas. Finalmente, uma série de aspectos comportamentais e de desempenho (em termos de vínculos, inovação e treinamento) são comparados entre empresas FLOSS e não-FLOSS. O artigo conclui que a maioria das empresas de software da amostra produzem ou utilizam software livre ou de código aberto. E que não há diferenças estatisticamente significativas em tamanho, comportamento ou desempenho entre empresas que produzem e/ou prestam serviços baseados em FLOSS e empresas não-FLOSS.

Palavras-chave: indústria de software, software livre e de código aberto, inovação, empresas

1. Introducción

La industria del software es una de las más dinámicas tanto a nivel nacional como internacional, no solo por su potencial de crecimiento y de generación de nuevos puestos de trabajo sino también por ser una actividad transversal que mucho puede colaborar en la modernización y competitividad de otros sectores productivos. Por ello, los gobiernos de la mayoría de los países han establecido una importante serie de estímulos al desarrollo de esta industria.

De acuerdo a si una persona física o jurídica posee o no los derechos de explotación sobre el software, lo cual da lugar a formas de producción muy diferentes, se lo clasifica en software propietario o software libre / open source (Free/Libre Open Source Software - FLOSS)⁶.

Durante las primeras décadas de desarrollo de esta actividad, se consideró a la producción de FLOSS como un movimiento marginal, más ligado a posiciones ideológicas que a consideraciones tecnológicas o comerciales. Algunos de los principales líderes empresariales del sector a nivel mundial consideraban al software libre como dañino para el desarrollo de la industria del software y recomendaban combatirlo.

En el mismo sentido, el “mainstream” de la economía consideraba a la producción de FLOSS como una anomalía (Morero et al., 2019; Robert, 2006). De acuerdo a estos postulados, empresas racionales y maximizadoras de beneficios no podrían elegir formas de producción de software que rechazaran explícitamente la posibilidad de apelar a mecanismos legales de propiedad intelectual para apropiarse de los beneficios de sus innovaciones. Por tratarse de un sector muy dinámico, donde la innovación tiene un papel central en la evolución de las empresas, asegurar la rentabilidad privada de los esfuerzos de innovación era vista como una condición imprescindible para la continuidad de dicho proceso (Smith y Mann, 2004).

Sin embargo, esta posición sufrió un fuerte cambio con el tiempo. En la actualidad la mayoría de las grandes empresas internacionales del sector - Google, Facebook, Apple, Microsoft, Huawei, Samsung, entre otras -, se ha implicado directamente en la producción de FLOSS. Consecuencia de ello es que el Open Source se ha convertido en líder absoluto en supercomputadores, grandes servidores, centros de datos y sistemas móviles.

También la academia - desde campos disciplinares tan diversos como la informática, las ciencias sociales y la ingeniería -, se dedicó crecientemente al estudio del FLOSS en sus facetas económicas y de producción. Entre muchos otros aportes, estos estudios permitieron resolver la aparente paradoja o incompatibilidad entre producción de software libre u open source y rentabilidad empresarial en las actividades de innovación (Morero y Motta, 2020).

Es difícil cuantificar con exactitud la relevancia que en la actualidad ha alcanzado el FLOSS en la producción mundial de software y servicios informáticos. Ello debido principalmente a dos

⁶ - Como producto, un **programa informático se define como Software Libre** si sus usuarios tienen la libertad de ejecutar, estudiar, modificar y mejorar, copiar, y distribuir el producto (las 4 libertades del software libre), para lo cual su código debe estar abierto. Esta libertad se garantiza a través de una forma particular de licencia conocida como *copyleft*, que obliga al que lo use, o lo modifique, a mantener libre y en la esfera pública el código que pudiera producir a partir de él. Un **programa es Open Source** (de código abierto) cuando el código fuente está disponible con sus versiones ejecutables. Para ser considerado un software libre además debe: i) estar disponible en la esfera pública; y ii) respetar las cuatro libertades básicas mencionadas. En gran medida la diferencia entre las corrientes de *Open source* y de Software Libre es “filosófica”. Desde un punto de vista operativo, a nivel productivo en empresas y en términos de su impacto económico, los términos pueden usarse indistintamente, o bien conjuntamente, como **FLOSS**. De este modo, un programa informático es FLOSS cuando es un Software Libre o es un Software Open Source.

causas. La primera está relacionada con la escasez de estadísticas que distingan entre producción de software propietario y de FLOSS. Hay algunos estudios, pero no están basados en relevamientos sistemáticos y continuados en el tiempo. De todos modos, la información que proveen deja poco espacio para dudar de la importancia que ya ha adquirido el FLOSS al interior de esta industria en el contexto global. Entre estos trabajos se destacan los de Bonaccorsi y Rossi (2003), Nikula y Jantunen (2005), Hauge et al. (2008), CENATIC (2011), Lerner y Schankerman (2013), Juncos y Borrastero (2020).

La segunda causa, señalada por otro conjunto de autores, es que medir la importancia del FLOSS exclusivamente según la proporción de empresas OS en la industria del software, o por la participación de los productos y servicios FLOSS en la facturación total de la industria subestima dicha importancia ya que, utilizando estos indicadores aisladamente, se desconoce que en la actualidad el FLOSS forma parte de muchos productos de software propietario de código cerrado, como insumo en sus procesos de desarrollo (Morero y Motta, 2020).

Para el caso argentino la evidencia cuantitativa disponible sobre la relevancia del FLOSS a nivel empresarial es sumamente escasa. Los estudios y artículos que abordan la temática de software libre u OS, aportan muy limitada información sobre la magnitud que ha alcanzado la producción de FLOSS en Argentina.

Entre los esfuerzos por generar algunas estadísticas de FLOSS cabe mencionar a dos encuestas, una de 2011 en el marco del estudio “Necesidades, dinámica de innovación y conectividad en las empresas de software argentinas” y la otra, la II Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina realizada entre 2016 y 2017, en las que participamos conjuntamente con equipos de investigación de varias otras universidades argentinas en relevamientos que incluyeron empresas de los principales polos productores de software del país. De todas maneras, ambos relevamientos estuvieron dirigidos al sector de software en general, y la información relacionada al FLOSS se reducía a un muy reducido número de preguntas sobre desarrollo y/o uso de FLOSS.

Ante esta vacancia de información sobre la magnitud y comportamiento de las empresas FLOSS en Argentina, entre fines de 2018 y principios de 2019 decidimos realizar un nuevo relevamiento a nivel nacional que incorpora un diseño que amplía y completa el abordaje del FLOSS en el sector del software. Esta encuesta se denominó “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”. En este artículo nos proponemos describir los principales resultados de la encuesta, brindar información sobre la producción y uso de FLOSS entre las empresas de software de Argentina y comparar algunas características estructurales, comportamientos y desempeños entre las empresas FLOSS y las que no lo son.

2. Objetivos y Metodología

El objetivo general del artículo es describir, comentar y analizar los resultados de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”.

Para ese propósito, el primer tema a abordar será ¿Cuán importante es el FLOSS en la industria del software de Argentina? Al respecto se mostrarán indicadores referidos al porcentaje de empresas de la muestra que desarrollan o proveen servicios en base a FLOSS, tamaño promedio de estas empresas y su comparación con el de las empresas no FLOSS, etc. También se brindarán estadísticas acerca de la importancia de las empresas que usan FLOSS como insumo

para sus desarrollos aunque produzcan o brinden servicios exclusivamente en base a software propietario.

Un segundo tema a tratar es ¿Qué hacen de FLOSS las empresas FLOSS? En este punto describiremos la clase de software que desarrollan y las actividades o servicios que prestan, además de brindar información sobre prácticas de liberación de software y participación en comunidades OS.

El tercer tema a desarrollar consiste en comparar una serie de aspectos comportamentales y de desempeño (en materia de vinculaciones, innovación y capacitación) entre empresas FLOSS y no FLOSS.

Para el abordaje de estos objetivos se realizará una descripción estadística de una fuente primaria de datos, la “*III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019*”. En base a ella se describirán y caracterizará el tipo de oferta productiva de las empresas FLOSS. Para el trabajo, se clasificarán las empresas en grupos de tres tipos: *Proveedoras de FLOSS*, *Privativas usuarias de FLOSS* y *Ajenas al universo del FLOSS*. Este agrupamiento permitirá realizar una comparación de aspectos comportamentales y de desempeño entre empresas FLOSS y no FLOSS.

El relevamiento estuvo conformado por 4 secciones. En la primera se relevaron datos generales de la empresa y de su actividad productiva, en la segunda sobre Vinculaciones y colaboración con la comunidad de software libre, la tercera estuvo destinada al tema innovación en el periodo 2016-2018, y la cuarta a conocer el nivel educativo alcanzado por los ocupados en cada empresa y las actividades de formación y capacitación desarrolladas.

Se lograron 105 respuestas de empresas de software de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de la Provincia de Buenos Aires, de Córdoba y de Santa Fe. La primera tarea, luego de generar una base de datos con la información recolectada en la encuesta, fue realizar un análisis de consistencia de las respuestas. Este análisis nos llevó a retirar un par de empresas de la base de datos, con lo que la muestra total acabó siendo de 103 empresas, nos permitió identificar algunas variables con información poco confiable (p.e., “Proporción del horario laboral que los trabajadores dedican a colaborar con la comunidad FLOS) y en algunos pocos casos de inconsistencias evidentes pero solucionables modificando una respuesta, nos llevó a reemplazar el dato obtenido por NS/NC.

La adecuación de la base de datos, así como los distintos procesamientos estadísticos, fueron realizados en el software libre R, un entorno y lenguaje de programación estadística que se distribuye bajo la licencia GNU GPL. Para las comparaciones entre grupos de empresas se realizaron tests de diferencias de medias y proporciones y pruebas no paramétricas (Chi cuadrado), de modo de poder evaluar la significatividad estadística de las diferencias encontradas.

3. Marco de referencia: abordajes teóricos sobre el FLOSS

El abordaje en este artículo se enmarca en los estudios sociales sobre los procesos productivos, tecnológico-innovativos y económicos de la actividad del software libre y de código abierto (FLOSS), o más ampliamente en los *Estudios del Open Source Software*. En el libro “*La economía del software libre y open source: Multinacionales, Pymes y Comunidades*” (Morero y Motta, 2020), hemos reunido y sistematizado más ampliamente los principales aspectos conceptuales y avances de esta literatura, donde convergiendo desde distintos campos disciplinares (la sociología, el

management, las ciencias informáticas, ingenieriles, y también interdisciplinariamente, la economía), se detallan los principales avances en la comprensión del funcionamiento económico, productivo e innovativo del FLOSS.

En síntesis, puede decirse que dentro de estos estudios se ha arribado a un buen conocimiento de cómo funcionan internamente las Comunidades FLOSS (Berdou, 2010; Nakakoji et al., 2002; Zanotti, 2014), cómo se clasifican y distinguen sus proyectos (Capiluppi et al., 2012; Capra et al., 2011; Schaarschmidt et al., 2015), qué motiva a sus intervinientes a participar (Bonaccorsi et al., 2006; Bonaccorsi y Rossi, 2006; Dalle y Jullien, 2003; Lakhani et al., 2002), cómo se relaciona todo este campo con el mundo corporativo (Colombo et al., 2013, 2014; Dahlander y Magnusson, 2008; Dahlander y Wallin, 2006), cuáles son sus lógicas y cuál es su dimensión económica y productiva (Lerner y Schankerman, 2013).

En relación con nuestros objetivos en este artículo cobra relevancia traer a colación dos cuestiones conceptualizadas desde la literatura: 1) cuáles son las características económicas de la producción de FLOSS a nivel empresarial y su “enraizamiento” con las comunidades de desarrollo; 2) el carácter de los procesos de desarrollo de FLOSS como un proceso de innovación.

3.1. Características económicas de la producción de FLOSS a nivel empresarial y su “enraizamiento” con las comunidades de desarrollo

Nuestro artículo se centra en qué tan importante es la producción de FLOSS dentro de la producción empresarial de software de toda clase (o bien, en la “industria del software”, el “sector del software y servicios informáticos”, etc.). La empresa constituye el principal actor productivo de las economías capitalistas modernas, y la cuestión es bajo qué modalidades se da que en el marco de economías de mercado, éstas se dediquen a incluir en su gama productiva desarrollos de código abierto, más aún, qué implicancias lleva ello asociado sobre la manera en que el software se produce.

A diferencia de la forma “típica” de producción de software (privativo) – dentro de una empresa donde ésta forma un equipo de personal interno (programadores, testers, project managers, analistas funcionales, etc.) – para llevar adelante un proyecto de desarrollo de un programa informático, o de una funcionalidad, etc.; aquí la producción se realiza tanto *in-house*, como públicamente en proyectos colectivos de la comunidad. Esta comunidad, donde los proyectos de desarrollo son realizados en grupos de dimensiones que van desde decenas a miles de programadores que se ofrecen voluntariamente a programar para el proyecto de desarrollo, se denomina **Comunidad FLOSS**⁷. Los **proyectos FLOSS** son el modo de llevar a cabo la producción en cada comunidad y desarrollar programas informáticos de forma colaborativa y colectiva, según diversos tipos de arreglos y acuerdos institucionales.

En los proyectos FLOSS participan tanto desarrolladores individuales por su cuenta, como organismos y dependencias públicas, académicos y trabajadores de diversas empresas. Las maneras en que las empresas, tanto grandes corporaciones, como pymes de software, participan de esta forma de producción son muy variadas y activas, por ejemplo, aportando códigos, reportando o corrigiendo errores, liberando softwares, etc. Miles de nuevos software y servicios informáticos se producen a diario de esta forma sin intermediación de derechos de propiedad privada que resulte relevante para los procesos de desarrollo e innovación empresarial.

7- O Comunidad de Software Libre, o Comunidad Open Source.

Existen diversas razones por las cuales las empresas pueden dedicar recursos a la producción de unos softwares o sistemas que estarán igualmente accesibles para potenciales rivales competitivos, o sencillamente incorporar FLOSS en su oferta productiva. En particular, participando del mundo del FLOSS las empresas pueden acceder a dos formas de obtención de ingresos: **1) Pueden vender y distribuir software de código abierto**, tanto si éste fue desarrollado por terceros (otra empresa, una comunidad de programadores, una dependencia pública o académica) como si fue desarrollado internamente. **2) Puede proveer una amplia diversidad de servicios alrededor de un FLOSS**, también tanto si éste ha sido desarrollado internamente como si ha sido creado por terceros (incluso un “competidor”).

Y no solamente la participación en la actividad de software en base a la producción de FLOSS se ha mostrado como una actividad rentable, sino que las empresas se benefician del FLOSS de muy diferentes formas, que hacen al ambiente de la propia competencia tecnológica. En algunos casos el OS favorece la diversificación productiva de las empresas (Colombo et al., 2014), en otros la participación en proyectos FLOSS es una manera de mejorar la posición competitiva de las empresas (Juncos y Borrastero, 2020). También es una forma de producción que permite compartir riesgos en entornos cambiantes e inciertos. En los últimos años, la necesidad de garantizar la compatibilidad e interoperabilidad entre los sistemas tecnológicos ha sido otro poderoso factor que ha potenciado el crecimiento de la producción FLOSS.

De esta manera, es común entre las empresas de software mezclar actividades de desarrollo OS con software propietario en proporciones muy variables. Esta es una de las conclusiones del libro de Lerner y Schankerman (2013) “*The comingled code: Open source and economic development*”. Por su parte, Bonaccorsi et al. (2006) muestran la prevalencia casi absoluta de modelos de negocio “híbridos” en las pymes de software, que mezclan software privativo y OS en su oferta productiva. También la mayoría de las más grandes empresas del sector a nivel internacional que comenzaron operando exclusivamente en el segmento de software propietario en la actualidad han ingresado al segmento FLOSS (Morero, 2020).

3.2. El carácter de los procesos de desarrollo de FLOSS como un proceso de innovación.

Cobra relevancia comparar una serie de aspectos comportamentales y de desempeño en materia de aprendizaje e innovación y capacitación entre empresas FLOSS y no FLOSS, puesto que la propia forma productiva del FLOSS ha sido esquematizada como un proceso de innovación distribuida y diversos autores (Kogut y Metiu, 2001; Raymond, 1999) han enfatizado las potencialidades del FLOSS en materia de innovación.

En primer lugar, como materia de “insumo de la innovación”, las comunidades FLOSS aparecen como un enorme *pool* de I+D colectivo (Dahlander y Magnusson, 2008; Morero y Motta, 2020). Este es un *pool* común para la innovación en diversas firmas, relativamente abierto, pues su aprovechamiento depende de los niveles de destrezas y competencias de los trabajadores de estas organizaciones, de la frecuencia con la que se colabora con estas comunidades, del grado de compromiso con las mismas y del respeto e interacción con sus normas y valores. En muchos casos, la colaboración en el seno de comunidades genera desarrollos de dimensiones y calidades que difícilmente pueden ser igualadas por la I+D *in-house*.

En segundo lugar, el proceso de producción del FLOSS en sí mismo ha sido conceptualizado acabadamente por la literatura como sistema de innovación distribuida. Este sistema se caracteriza por:

- La ausencia de una unidad centralizada de toma de decisiones *ex-ante* y la existencia de un diseño y corrección del código concurrente. Esto es facilitado por la modularidad de los software y su código fuente, que permite que distintos grupos de desarrollo estén trabajando simultáneamente en distintos componentes para lograr funcionalidades altamente complejas (Bonaccorsi y Rossi, 2003). Esto permite que el proceso de desarrollo se lleve adelante de modo concurrente y se explote una inteligencia colectiva distribuida, con resultados innovativos superiores a los esquemas de *software factory* tradicionales (Kogut y Metiu, 2001).
- La integración de los propios usuarios en el proceso productivo, creativo, de desarrollo, corrección y mejoras al software (Hippel y Krogh, 2003).
- La producción colaborativa basada en bienes comunes (*commons-based peer production*). Ésta describe un modo de producción económica donde un número importante de personas trabaja de modo cooperativo y voluntario, usualmente mediado por tecnologías digitales y la Internet (Benkler, 2017). Funcionan ante una aparente ausencia de jerarquías y se establecen comunidades de producción entre pares, que desempeñan funciones tales como la coordinación, la división del trabajo, la búsqueda y aceptación de colaboradores, la capacitación, la creación y cumplimiento de normas, resolución de conflictos y el establecimiento de metas y objetivos. En el FLOSS, a través de esta forma de organización los programadores que van a realizar diversas tareas en la producción se autoseleccionan y distribuyen entre las funciones (Rossi, 2006).

Todo esto conforma un “modelo comunal de innovación” (Lee y Cole, 2003) o un modelo de innovación “privado-colectivo” (Hippel y Krogh, 2003). La efectividad del modelo de producción de los proyectos FLOSS está en el hecho de que el resultado del proceso innovativo no es percibido completamente ni como “bien público puro” ni como un “recurso de uso común” (O’Mahony, 2003), sino que posee significativos beneficios que pueden ser apropiados privadamente aunque las innovaciones “se revelen” libre y gratuitamente, sin la necesidad concreta de establecer derechos de propiedad privada. De este modo, preconcepciones de la teoría económica *mainstream*, tales como el comportamiento *free rider*, no parecen tener relevancia empírica. Contrariamente a la idea tradicional que ata incentivos para innovar y propiedad privada, la liberación de una innovación puede no involucrar una pérdida de beneficios para el innovador, sino una ganancia por la difusión de la innovación y por la obtención de efectos de red.

En base a esta revisión, y dado que la forma de producción de **software privativo y del FLOSS, son ambas formas de producir e innovar en software económicamente viables** y que la existencia de diversificaciones productivas híbridas parece tener cierta relevancia empírica acorde a la literatura, en el actual estadio de desarrollo de esta industria **no parece posible hacer generalizaciones acerca de la superioridad de una de dichas formas de producción de software sobre la otra**. Por lo tanto se plantea como hipótesis del artículo que no es de esperar que existan diferencias estadísticamente significativas en los comportamientos ni en el desempeño de las empresas pertenecientes a uno o a otro grupo.

4. Resultados

4.1. Importancia del FLOSS en el sector de software de la Argentina

Con el objetivo de responder el primer interrogante, ¿Cuán importante es el FLOSS en la industria del software de Argentina?, se clasificó a las empresas en tres grupos. El grupo 1- Proveedoras de FLOSS, incluye a las empresas FLOSS propiamente dichas, conformado por aquellas que desarrollan FLOSS y/o proveen servicios en base a FLOSS. Para pertenecer a este grupo no es necesario que la totalidad de sus ventas, ni un porcentaje mayoritario de ellas, sea en base a productos o servicios FLOSS. Integran este grupo empresas “híbridas” que mezclan actividades de desarrollo OS con software propietario en cualquier proporción. El grupo 2 está compuesto por las empresas que venden exclusivamente software privativo pero que usan FLOSS en su proceso productivo. Y el grupo 3-Ajenas al universo del FLOSS es integrado por empresas que no producen ni usan FLOSS.

Cuadro 1. Distribución de las empresas en base a la producción y/o uso de FLOSS

Grupo	Cantidad de empresas	Porcentaje (%)
Grupo 1-Proveedoras de FLOSS	42	40,78
Grupo 2-Privativas, usuarias de FLOSS	40	38,83
Grupo 3-Ajenas al universo del FLOSS	21	20,39
Total	103	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Como lo evidencia la información del Cuadro 1, prácticamente el 41% de las empresas de la muestra son proveedoras de FLOSS, mientras que otro 39 % de la muestra no produce, pero usa herramientas, códigos, o algún tipo de insumo OS para el desarrollo de sus procesos productivos. El 20% restante corresponde a empresas no relacionadas con el software libre u *open source*. Por lo que prácticamente el 80% de las empresas de la muestra produce, brinda servicios y / o usa FLOSS. Esto remarca la alta importancia que tiene el FLOSS en la industria actual del software, para incluso el caso de una economía periférica.

Si bien la mayor parte de las empresas del grupo de Proveedoras de FLOSS pueden ser definidas como “híbridas” en el sentido que una parte de su producción y/o venta de servicios también está basada en software propietario, es de destacar que en la mayoría de los casos el aporte de la parte FLOSS de sus ventas es significativo. Si se toma el promedio simple, las ventas FLOSS del período 2017-2019 representaron el 53,50% de la facturación de las empresas de este grupo durante dichos años. Además, como se muestra en el Cuadro 2, el FLOSS explica el 80% o más de la facturación en más del 40% de las empresas de este grupo, y el 50% o más de la facturación en el 59% de los casos con información al respecto.

Cuadro 2. Distribución de las empresas del Grupo 1-Proveedoras de FLOSS de acuerdo a participación del FLOSS en su facturación

% de facturación FLOSS	Número de empresas	Porcentaje sobre el total de empresas	Porcentaje sobre empresas que contestan
Menos del 20%	7	16,7	17,9
20- 49%	9	21,4	23,1
50-79%	6	14,3	15,4
80 y más	17	40,5	43,6
No contestan	3	7,1	---
TOTAL	42	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Otro dato relevante para mostrar la importancia del FLOSS en la industria del software argentina es el tamaño de las empresas. Las empresas del Grupo de Proveedoras de FLOSS no son menos importantes, al menos en términos de tamaño, que las empresas de los restantes grupos.

El Cuadro 3 muestra la distribución de las empresas según nivel de ocupación en los tres grupos identificados. No se observan diferencias significativas de tamaño por ocupación entre los tres grupos. Las empresas de hasta 25 ocupados representan más de la mitad del total en cada uno de los grupos. Los porcentajes correspondientes varían ligeramente entre el 52% (para el Grupo 3-Ajenas al universo FLOSS) y el 60% (para el Grupo 2-Privativas, usuarias de FLOSS). Mirando el otro extremo de la clasificación, el correspondiente a las empresas de mayor envergadura en términos de empleo, las de más de 80 ocupados, también se verifica una participación relativamente equilibrada entre los tres grupos. En ninguno de ellos, estas empresas mayores representan más del 15% del total.

Cuadro 3. Distribución de las empresas por grupo y ocupación

	Grupo 1 <i>Proveedoras de FLOSS</i>		Grupo 2 <i>Privativas, usuarias de FLOSS</i>		Grupo 3 <i>Ajenas al universo del FLOSS</i>	
	Número de empresas	Porcentaje (%)	Número de empresas	Porcentaje (%)	Número de empresas	Porcentaje (%)
Hasta 25 ocupados	24	58,5	24	60,0	11	52,3
26 -80	11	26,8	10	25,0	8	38,1
81 y más	6	14,6	6	15,0	2	9,5
No contesta	1	---	0	---	0	---
TOTAL	42	100,0	40	100,0	21	100,0

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Al comparar el tamaño de las empresas de cada grupo por la mediana de ocupados en 2018, se verifica que no hay diferencias significativas. La mayor mediana corresponde al grupo de empresas Ajenas al universo del FLOSS (22 ocupados por empresa) y la menor al Grupo 2-Privativas, usuarias de FLOSS (20 ocupados). Para la comparación no se utiliza la media geométrica, porque los resultados del Grupo 2 se ven desvirtuados por incluir una gran empresa internacional de capital nacional, que dispara hacia arriba dicho valor medio. Si - con el objetivo de excluir estos “outliers” -, en cada uno de los grupos se descarta el dato de la empresa con mayor número de ocupados, la mayor media corresponde al Grupo 1-Proveedoras de FLOSS, seguido por el Grupo 2. Como se puede ver, el orden varía según cómo se mida el indicador, por lo que se puede concluir que medido por ocupación, el tamaño de las empresas no muestra diferencias significativas entre los tres grupos.

A similares resultados se llega cuando se compara el tamaño de las empresas de cada grupo por el volumen de sus ventas en 2018. Si bien en el Cuadro 4 se puede apreciar que el porcentaje de empresas de menor tamaño relativo (las que facturaron en 2018 menos de 10 millones de pesos) es menor en el Grupo 3 de las empresas de software ajenas al FLOSS, dicha diferencia no es estadísticamente significativa⁸.

Cuadro 4. Distribución de las empresas por grupo y rango de ventas

Ventas 2018 (en millones de pesos)	Grupo 1 <i>Proveedoras de FLOSS</i>		Grupo 2 <i>Privativas, usuarias de FLOSS</i>		Grupo 3 <i>Ajenas al universo del FLOSS</i>	
	Número de empresas	Porcentaje (%)	Número de empresas	Porcentaje (%)	Número de empresas	Porcentaje (%)
Menos de 10	19	52,8	18	51,4	5	27,8
Entre 10 y 25	6	16,7	7	20,0	6	33,3
Más de 25	11	30,6	10	28,6	7	38,9
No contesta	6	---	5	---	3	---
TOTAL	42	100,0	40	100,0	21	100,0

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Estos datos son una clara evidencia de que el FLOSS no es un fenómeno marginal en la industria del software argentina y que merece la atención tanto de investigadores como de los hacedores de política.

⁸ Se calculó el test Chi cuadrado de diferencia de proporciones, primero entre los tres grupos y luego entre el Grupo 1 y los dos restantes, para diferentes agrupaciones de volumen de ventas (diferenciando, en un caso, entre menos de 10 millones y 10 millones o más y, en el otro, entre hasta 25 millones y más de 25 millones). En ninguno de los casos se pudo rechazar la hipótesis nula que postula que las proporciones de los distintos grupos son iguales.

4.2. Características de la oferta de FLOSS de las empresas argentinas de software

El segundo objetivo del artículo es responder a la pregunta de ¿qué hacen de FLOSS las empresas FLOSS argentinas? La encuesta permitió recabar variada y valiosa información sobre tipos o clases de software que desarrollan las empresas de este grupo, actividades y servicios que prestan, características de sus relaciones con la comunidad OS, liberación de desarrollos y diversos otros aspectos relacionados con la producción FLOSS.

En primer lugar, en los cuadros 5 y 6 se muestran estadísticas sobre el tipo o clase de OS que desarrollan y el tipo de prestación de servicios que realizan las empresas del Grupo 1- Proveedoras de FLOSS.

Cuadro 5. Clase de software OS que desarrollan las empresas FLOSS (n=42)

Tipo de Actividad	Número de empresas	Porcentaje
Módulos o partes de programa de código abierto	34	80,95 %
Herramientas de desarrollo/infraestructura interno	28	66,67 %
Otros insumos (librerías, bases de datos)	22	52,38 %
Programas completos	19	45,24 %
Soft. de código abierto embebido en hardware	7	22,58 %

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

La mayoría (el 81%) desarrolla módulos o partes de programas OS y dos tercios de las empresas desarrolla herramientas de desarrollo o de infraestructura interna. Por su parte, poco menos de la mitad de las empresas FLOSS (el 45%) desarrolla programas completos.

Cuadro 6. Tipo de servicios OS que se brindan las empresas Proveedoras de FLOSS (n=42)

Tipo de Actividad	Número de empresas	Porcentaje
Servicios de consultoría tecnológica	31	73.81 %
Consultoría de sistemas FLOSS	26	61.9 %

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Además, la mayor parte de las empresas de este grupo brinda servicios en base a FLOSS, el 74% de consultoría tecnológica y el 62% consultoría de sistemas. Es de destacar que no se identificaron empresas que solo provean servicios en base a FLOSS sin realizar desarrollos FLOSS de algún tipo.

Con relación a los tipos de servicios y actividades que más frecuentemente realizan las empresas Proveedoras de FLOSS es de destacar los de algún tipo de consultoría informática (en el 90,5% de los casos), los servicios de soporte y mantenimiento (90,5%), el desarrollo de software a medida (83%), las actividades de capacitación y formación (71%), el *outsourcing* de personal (62%), la provisión de servicios SaS y los servicios de portales web (en el 55% de las empresas del grupo).

Cuadro 7. Actividades desarrolladas y Servicios ofrecidos por empresas FLOSS (n=42) según tipo de software utilizado

Servicios / Actividades	Número de empresas	Porcentaje	Solo con FLOSS	Con ambos
Consultoría Informática	38	90,5%	9	29
Soporte y Mantenimiento	38	90,5%	10	28
Desarrollo de software a medida	35	83,3%	10	25
Capacitación y formación	30	71,4%	8	22
Outsourcing de personal	26	61,9%	2	24
Servicios SaS (Software as Services)	23	54,8%	10	13
Servicios de Portales web	22	52,4%	8	14
Servicios de infraestructura, adm. de sistemas y redes	19	45,2%	6	13
Desarrollo de software estandarizado (para distrib.)	18	42,9%	7	11
Distribuc. y comercialización de software de terceros	12	28,6%	1	11
Auditoría de código	10	23,8%	2	8
Venta y armado de hardware con software embebido	2	4,8%	0	2

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

En la mayoría de los casos, para el desarrollo de dichas actividades las empresas utilizan tanto software libre u *open source* como software privativo, aunque tiene cierta importancia el número de actividades/servicios realizadas aplicando exclusivamente FLOSS.

Un aspecto que según la literatura constituye una fuente de ventajas para la introducción de innovaciones en las empresas de software libre u *open source* es el desarrollo de programas informáticos de manera colectiva y colaborativa en Comunidades FLOSS, en las que voluntariamente participan decenas, cientos o miles de desarrolladores individuales, académicos y programadores de diversas empresas u otras organizaciones.

¿Cuánto de FLOSS hay en la industria de software de Argentina?

Es por ello que resulta de interés analizar el tipo de participación que tienen las empresas del Grupo de Proveedoras de FLOSS en las diversas comunidades FLOSS existentes, tanto nacionales como internacionales. El 61,9 % de las empresas de este grupo declaran vincularse con alguna comunidad, calificando en casi la totalidad de los casos a dichas vinculaciones como de colaboración activa. Entre las comunidades mencionadas se señalan Python (Py-ar, Pydata, Tryton), FreePBX, Omnileads (OML), SuiteCRM, Gnu-health, Drupal, Libertya, Pharo, Apache, Debian Project, entre otras. Esa colaboración adquiere diferentes formas, destacándose el aporte de códigos a la comunidad y la escritura de módulos complementarios (en el 43% de los casos), la socialización de experiencias, la participación en blogs y la liberación de software (40,5%), y la participación en actividades de promoción del FLOSS (33,3% de los casos). Un mayor detalle de las formas y frecuencias de colaboración de las empresas del Grupo 1 de la muestra con la Comunidad OS se puede consultar en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Formas de colaboración en la Comunidad OS. Grupo de Proveedoras de FLOSS (n=42).

Forma de Colaboración con Comunidad OS	Número de Empresas	Porcentaje respecto al total del grupo de Proveedoras de FLOSS
Aporte de código a la comunidad y la escritura de módulos complementarios	18	42,9 %
Socialización de experiencias en asociaciones de productores y usuarios de software libre	17	40,5 %
Participación en blogs	17	40,5 %
Liberación de software	17	40,5 %
Participación en actividades de promoción del Software Libre / Open Source	14	33,3 %
Reporte de errores o bugs	13	31,0 %
Corrección de errores o bugs	12	28,6 %
Brindar asistencia respondiendo a preguntas técnicas	9	21,4 %
Partnerships de Comunidades o Líderes de proyectos de software libre / open source	8	19,0 %
Elaboración de documentación para la Comunidad	7	16,7 %
Realización de donaciones y aportes monetarios a proyectos de software libre e infraestructuras (p.e. repositorios, etc.)	3	7,1 %
Empaquetado del software	2	4,8 %

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Entre las empresas FLOSS el involucramiento en actividades de liberación no es homogéneo. De hecho, este es un comportamiento factible señalado en la literatura, donde se han visualizado formas de relacionamiento de las empresas con las comunidades de software libre donde éstas utilizan y se nutren de los desarrollos libres, pero no necesariamente liberan sus propios desarrollos, incluso ni respetan o reproducen las normas del software o código abierto del cual nutren sus procesos de desarrollos. En nuestra muestra, poco más del 40% de las empresas Proveedoras de FLOSS (17 firmas) realiza liberación de sus desarrollos de software como una manera de relacionarse con las comunidades FLOSS. Dentro de éstas, no resulta homogénea tampoco la intensidad con que las empresas liberan sus desarrollos. Sin embargo, en el grupo de empresas FLOSS argentino, la intensidad con que liberan representa casi la mitad de sus desarrollos: las empresas FLOSS “liberadoras”, liberan en promedio un 48,35%⁹ de sus desarrollos. Además, de estas empresas, una alta proporción liberan desarrollos que son considerados innovaciones, y por tanto, elementos que pueden resultar sensibles en el proceso de rivalidad competitiva: 4 de cada 5 empresas FLOSS “liberadoras” comparten sus innovaciones con “la comunidad” de productores de software, de la que libremente podrían participar, al menos en potencia, sus competidores. En promedio, estas empresas liberan el 60% de sus innovaciones.

4.3. Aspectos diferenciales entre empresas FLOSS y empresas no FLOSS

El tercer objetivo del artículo consiste en comparar una serie de aspectos de comportamiento (esfuerzos realizados en materia de innovación, vinculaciones con otros agentes y nivel educativo de los RRHH) y desempeño (exportaciones e introducción de innovaciones) entre empresas Proveedoras de FLOSS y No FLOSS. Debido al relativamente reducido tamaño de la muestra, y con el objetivo de favorecer y facilitar el análisis estadístico y la interpretación de los resultados, se consideraron a las empresas de los grupos 2 y 3 en un nuevo grupo denominado No FLOSS (aunque la mayoría de las empresas use FLOSS).

Con relación a sus esfuerzos por innovar, la encuesta indagaba si las empresas durante el período 2016-2018 habían realizado alguno de los siguientes tipos de actividades: i) I+D interna; ii) I+D externa; iii) Adquisición de hardware para innovación; iv) Adquisición de software para innovación; v) Transferencia Tecnológica; vi) Capacitación para la introducción de innovaciones; vii) Consultorías; y viii) Desarrollo de software para uso interno

Como medida de los esfuerzos de innovación realizados por las empresas se construyó un indicador según el número de actividades de innovación llevadas a cabo por las empresas. A las empresas que habían realizado hasta 5 de dichas actividades le correspondió una modalidad de Esfuerzos Bajos o Medios, mientras que las que habían realizado entre 6 y 8 de actividades de innovación se les adjudicó la modalidad de Esfuerzos Altos. El Cuadro 9 muestra la distribución de las empresas de cada grupo según las modalidades del indicador.

⁹- Porcentaje calculado como la media geométrica del porcentaje de liberación declarado por cada empresa

Cuadro 9. Esfuerzos de Innovación

Modalidad	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Bajos o Medios	23	56,1	41	69,5	1,3470	1	0,2458
Altos	18	43,9	18	30,5			
No contesta	1	--	2	--			
TOTAL	42	100,0	61	100,0			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Si bien el porcentaje de empresas que realizaron altos esfuerzos de innovación es superior en el grupo de empresas Proveedoras de FLOSS, dicha diferencia no es estadísticamente significativa. Al realizar el test Chi Cuadrado de diferencia de proporciones, el p-valor obtenido es mayor a 0,05 (e incluso a 0,10), por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula que postula igualdad de proporciones entre los dos grupos. Por lo que se concluye que no hay diferencias significativas en las proporciones de empresas que realizan altos o medios-bajos esfuerzos de innovación entre los dos grupos.

En segundo lugar, se comparó el nivel educativo de los ocupados en empresas Proveedoras de FLOSS y No FLOSS. Para ello se definieron 3 indicadores. El primero incluye a las empresas que tienen el 60% o más de sus trabajadores con formación universitaria completa o superior. El segundo indicador comprende a las empresas con el 100% de sus ocupados con formación de terciario completo, o universitario incompleto o superior. Y el tercero, a las empresas con al menos el 70% de sus ocupados con formación de terciario completo, universitario incompleto o superior. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 10

Cuadro 10. Nivel educativo máximo alcanzado por los ocupados en la empresa

Nivel Educativo	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
60% univ o +	18	43,9	18	32,1	0,9439	1	0,3313
100% terciar	10	24,4	13	23,2	0,0000	1	1
70% terciar	23	56,1	27	48,2	0,3156	1	0,5743
No contesta	1		5				

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

En este caso se repiten los resultados alcanzados para el indicador de Esfuerzos de Innovación. Son mayores los porcentajes de empresas con mayor nivel educativo de sus ocupados en el grupo de empresas Proveedoras de FLOSS, pero la diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que se debe concluir que tampoco hay diferencias significativas entre las empresas FLOSS y No FLOSS en materia de nivel educativo de sus trabajadores.

Otro de los indicadores de comportamiento comparados, que resulta de interés especialmente por su relación con los procesos de aprendizaje y de construcción de competencias en las empresas, es el de las vinculaciones de la empresa con otros actores. En particular interesa acá mostrar y comparar los casos en los que las vinculaciones han involucrado alguna forma de cooperación activa entre las partes. El Cuadro 11 resume las interacciones de los dos grupos de empresas considerados con diferentes organizaciones y actores durante el período 2016-2018. Como era lógico esperar, las empresas Proveedoras de FLOSS han desarrollado más vinculaciones de cooperación activa con la comunidad de software libre u *open source*. También han desarrollado más vinculaciones con sus clientes. En este sector, estrechas vinculaciones con los clientes son muy importantes especialmente para la introducción de mejoras en los productos. En los restantes casos (vinculaciones con consultores, universidades y centros tecnológicos, organizaciones empresariales, y con otras empresas) las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas.

Cuadro 11. Vinculaciones que hay involucrado cooperación activa por tipo de agente

Organización / Agente	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Número de empresas	(%)	Número de empresas	(%)	Estadístico g.l. valor		p-
Comunidad OS	24	60,0	8	13,6	21,4280	1	3,67E-06***
Clientes	31	77,5	30	50,9	6,0774	1	0,01369**
Consultores	13	32,5	28	47,5	1,6249	1	0,2024
Univ y Centros Tec.	14	35,0	14	23,7	0,9891	1	0,3200
Org. Empresariales	25	62,5	32	54,2	0,3710	1	0,5425
Otras empresas	8	20,0	6	10,2	1,1741	1	0,2786
No contestan	2	--	2	--			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

*** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Con el objetivo de profundizar un poco más en el tema se definió un indicador de vinculaciones según un número de tipos de agentes con el que cada empresa de vinculó activamente en el período de referencia¹⁰. Las empresas Proveedoras de FLOSS registran vinculaciones con un mayor número de tipos de agentes que las No FLOSS. La diferencia es estadísticamente significativa al 5%¹¹ (Ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Indicador de Vinculaciones

Nº de tipos de agentes con los que se vinculan	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Hasta 4 tipos	28	70,0	54	91,5	6,3261	1	0,1119**
5 o 6 tipos	12	30,0	5	8,5			
No contestan	2	--	2	--			

Nota: Proporciones calculadas sobre las que contestan

** Significativo al 5%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

El desempeño de los dos grupos de empresas en términos de exportaciones no muestra diferencias estadísticamente significativas. El Cuadro 13 muestra que en el grupo de empresas Proveedoras de FLOSS hay un ligero mayor porcentaje de firmas exportadoras, pero dicha diferencia no es significativa en términos estadísticos.

¹⁰- Para la construcción de este indicador se agruparon en una categoría a las empresas que se vincularon con hasta 4 tipos de agentes y en otra a los que se vincularon con 5 o 6 tipos de agentes.

¹¹- También se analizaron formas alternativas de medir el indicador. Cuando se agrupa en una categoría a las que se vincularon con hasta dos tipos de agentes y en otra categoría las que se vincularon con 3 o más tipos de agentes la diferencia solo es significativa al nivel del 10%.

Cuadro 13. Cantidad de empresas exportadoras

	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Exporta	24	63,2	33	55,5	0,3452	1	0,5556
No exporta	14	36,8	27	45,5			
No contesta	4	---	1	----			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Otra forma de comparar el desempeño exportador de los dos grupos de empresas es considerando la proporción de empresas que exporta el 25% o más de su facturación. Casi el 37% de las empresas del grupo de Proveedoras de FLOSS y el 23% de las No FLOSS cumple dicho requisito. Como se aprecia en el Cuadro 14 dichas diferencias tampoco son estadísticamente significativas.

Cuadro 14. Cantidad de empresas cuyas exportaciones representan el 25% o más de su facturación

	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
25 % o +	14	36,8	14	23,3	1,4711	1	0,2252
Menos del 25%	24	63,2	46	76,7			
No contesta	4	---	1	----			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Por último, se compara el desempeño de ambos grupos de empresas en términos de introducción de innovaciones. En el formulario de la encuesta se diferenciaron 7 tipos de innovaciones. A saber, i) nuevos productos; ii) nuevos servicios; iii) productos con mejoras significativas; iv) procesos nuevos o con mejoras significativas; v) nuevos canales de comercialización; vi) cambios organizacionales; vii) innovaciones sociales. El concepto de innovación se corresponde al definido en el Manual de Oslo, por lo que la introducción de cambios sustanciales que sean nuevos para la empresa son considerados innovaciones, aunque no impliquen novedad a nivel de mercado.

El porcentaje de empresas de cada grupo que introdujo cada tipo de innovaciones está indicado en el Cuadro 15. Los mayores porcentajes de introducción de innovaciones corresponden al grupo de empresas Proveedoras de FLOSS aunque las diferencias solo son significativas en el caso de las innovaciones sociales, y en menor medida, solo si se aceptan niveles de significación del 10%, en nuevos servicios y cambios organizacionales.

Cuadro 15. Porcentaje de empresas de cada grupo que introdujeron innovaciones

	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Nuevos productos	26	63,4	41	69,5	0,1759 0,6749	1	
Nuevos servicios	29	70,7	30	50,9	3,1746 0,0748*	1	
Productos con mejoras significativas	26	63,4	37	62,7	0,0000	1	1
Procesos	29	70,7	34	57,6	1,2643 0,2608	1	
Cambios en canales de comercialización	20	48,8	27	45,8	0,0088 0,9254	1	
Cambios organizacionales	29	70,7	30	50,9	3,1746 0,07479*	1	
Innovaciones Sociales	15	36,6	10	17,0	3,9824 0,04598**	1	
No contestan	1	--	2	--			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Los resultados son muy similares si se consideran como innovaciones solo a los cambios que implican novedad a nivel de mercado (o sea, no solo para la empresa que lo introduce, sino para el mercado nacional o internacional). En este caso, la única modificación relevante es que la proporción de empresas Proveedoras de FLOSS que ha introducido nuevos servicios con novedad a nivel de mercado es significativamente mayor que en el grupo de empresas No FLOSS.

Cuadro 16. Innovaciones con novedad a nivel de mercado (nacional o internacional)

	Empresas FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Nuevos productos	16	41,0	27	46,6	0,1081	1	0,7423
Nuevos servicios	20	51,3	15	25,9	5,4779	1	0,0193**
Productos con mejoras significativas	17	43,6	29	50,0	0,1702	1	0,6799
Procesos	13	33,3	15	25,9	0,3223	1	0,5702
Cambios en canales de comercialización	10	25,6	10	17,2	0,5575	1	0,4553
Cambios organizacionales	9	23,1	5	8,6	2,8624	1	0,0907*
No contestan	3	--	3	--			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

Complementariamente se definió un indicador de cantidad de tipos de innovaciones introducidas por las empresas. Se adoptaron diversos criterios para definir las dos categorías que puede asumir este indicador. Para su construcción, por un lado, se agrupó como “innovación en productos” a la introducción de nuevos productos y a la mejora significativa de productos existentes y, por el otro, no se tomaron en cuenta las innovaciones sociales¹². El Cuadro 17 muestra uno de los resultados alcanzados. En la categoría de Bajo-Medio número de tipos de innovaciones introducidas se clasificaron las empresas que introdujeron hasta 3 tipos de innovaciones, y en la categoría de Alto se agruparon las que introdujeron 4 o 5 tipos de innovaciones. Si bien en este caso, como en los restantes en los que se adoptaron otros criterios para la conformación de las categorías que podía asumir la variable, los porcentajes muestrales parecen señalar un mejor desempeño de las empresas Proveedoras de FLOSS respecto de las No FLOSS, dichas diferencias en ningún caso son estadísticamente significativas.

¹²- El formulario de la encuesta no preguntaba sobre grado de novedad para el caso de las innovaciones sociales. De todos modos por definición, el grado de novedad de este tipo de innovación trasciende los límites propios de la empresa, aunque normalmente no resulte apropiado calificarlas como novedosas “a nivel de mercado”.

Cuadro 17. Cantidad de tipos de innovaciones introducidas por empresa

Nº de tipos de innovaciones introducidas	Empresas Proveedoras de FLOSS		Empresas No FLOSS		Prueba de diferencia de proporciones		
	Nº de empresas	(%)	Nº de empresas	(%)	Estadístico	g.l.	p-valor
Bajo-Medio	21	51,2	36	66,7	1,7181	1	0,1899
Alto	20	48,8	18	33,3			
No contestan	1	--	7	--			

Nota: Porcentajes calculados sobre las que contestan

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la “III Encuesta sobre Innovación en el sector de Software de la Argentina 2019”

En definitiva, sólo para algunos pocos indicadores aislados hay alguna evidencia parcial de mejor performance de las empresas Proveedoras de FLOSS. En cambio, en la mayor parte de los casos, las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas. Por lo que también en materia de introducción de innovaciones la evidencia estadística no resulta suficientemente robusta como para refutar la hipótesis de desempeño relativamente similar entre estos dos grupos de empresas.

En suma, es posible apreciar que, en toda una gama de aspectos comportamentales, estructurales y de desempeño, el segmento de empresas argentinas de software que articulan su oferta productiva complementariamente o alrededor del FLOSS, no tienen una peculiaridad propia dentro del sector de software nacional. Por el contrario, muestran un desempeño competitivo bastante regular, así como similar, al del segmento de empresas de software que centran su oferta de manera privativa.

5. Comentarios finales y conclusiones

La producción de FLOSS en la industria de software de Argentina es relevante. La evidencia estadística muestra que la mayor parte de las empresas de software de la muestra produce o utiliza software libre u *open source*. Más del 40% realiza desarrollos o presta servicios en base a FLOSS, mientras que otro porcentaje ligeramente inferior al menos usa ese tipo de software puertas adentro de la empresa. Sólo un porcentaje cercano al 20% de las empresas, no produce ni usa FLOSS.

En referencia a lo que hacen de FLOSS las empresas del Grupo1-Proveedoras de FLOSS en Argentina es de destacar que la mayoría de estas empresas desarrollan módulos o partes de programas de código abierto lo que, en muchos casos, les permite adaptar software libre ya desarrollado a las necesidades de sus clientes y, en otros casos, contribuir con las Comunidades OS al desarrollo de determinados proyectos. Además la casi totalidad de las empresas FLOSS

provee algún tipo de servicio, en base a dicho tipo de software. En contrapartida, menos de la mitad de estas empresas desarrolla programas completos.

La encuesta también revela que el 60% de las empresas FLOSS colabora activamente con alguna comunidad OS. Este tipo de comportamiento le permite a estas empresas adquirir más conocimientos y habilidades relacionadas con el software desarrollado comunitariamente que el que podría haber obtenido comportándose como un *free-rider*, lo que las coloca en una mejor situación competitiva para ofrecer productos o servicios relacionados con dicho desarrollo. Además del desarrollo de módulos o parte de programas, las empresas Proveedoras de FLOSS de Argentina colaboran con las comunidades OS a través de la participación en blogs, la liberación de software, el reporte y la corrección de errores, etc. Es de destacar que aproximadamente el 40% de las empresas Proveedoras de FLOSS liberan una parte significativa de sus desarrollos.

Finalmente, el artículo muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas ni en el tamaño, ni en el comportamiento o el desempeño entre empresas Proveedoras de FLOSS y No FLOSS. Estos resultados permiten sostener que en la actualidad no hay motivos para negar la relevancia que ha alcanzado la producción de FLOSS en Argentina, ni para ubicar al FLOSS en una posición secundaria respecto del software propietario.

Referencias Bibliográficas

- Benkler, Y. (2017). Open access and information commons. In F. Parisi (Ed.), *The Oxford Handbook of Law and Economics* (pp. 256). Oxford University Press.
- Berdou, E. (2010). *Organization in open source communities: At the crossroads of the gift and market economies*. Routledge.
- Bonaccorsi, A., Giannangeli, S., y Rossi, C. (2006). Entry strategies under competing standards: Hybrid business models in the open source software industry. *Management Science*, 52(7), 1085-1098.
- Bonaccorsi, A., y Rossi, C. (2003). Why Open Source software can succeed. *Research Policy*, 32(7), 1243-1258. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(03\)00051-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00051-9)
- Bonaccorsi, A., y Rossi, C. (2006). Comparing motivations of individual programmers and firms to take part in the open source movement: From community to business. *Knowledge, Technology & Policy*, 18(4), 40-64.
- Capiluppi, A., Stol, K.-J., y Boldyreff, C. (2012). Exploring the role of commercial stakeholders in open source software evolution. IFIP International Conference on Open Source Systems,
- Capra, E., Francalanci, C., Merlo, F., y Rossi-Lamastra, C. (2011). Firms' involvement in Open Source projects: A trade-off between software structural quality and popularity. *Journal of Systems and Software*, 84(1), 144-161. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2010.09.004>
- CENATIC. (2011). *El Software Libre en el Sector Español de Servicios Informáticos. Informe de resultados de la Encuesta sobre el Software de Fuentes Abiertas en el sector SI español (ESFA-SI) 2010-2011*.
- Colombo, M. G., Piva, E., y Rossi-Lamastra, C. (2013). Authorising Employees to Collaborate with Communities During Working Hours: When is it Valuable for Firms? *Long Range Planning*, 46(3), 236-257. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2012.05.004>
- Colombo, M. G., Piva, E., y Rossi-Lamastra, C. (2014). Open innovation and within-industry diversification in small and medium enterprises: The case of open source software firms.

- Research Policy*, 43(5), 891-902.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.015>
- Dahlander, L., y Magnusson, M. (2008). How do Firms Make Use of Open Source Communities? *Long Range Planning*, 41(6), 629-649.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2008.09.003>
- Dahlander, L., y Wallin, M. W. (2006). A man on the inside: Unlocking communities as complementary assets. *Research Policy*, 35(8), 1243-1259.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.011>
- Dalle, J.-M., y Jullien, N. (2003). 'Libre'software: turning fads into institutions? *Research Policy*, 32(1), 1-11.
- Hauge, Ø., Sørensen, C.-F., y Conradi, R. (2008). Adoption of open source in the software industry. IFIP International Conference on Open Source Systems,
- Hippel, E. v., y Krogh, G. v. (2003). Open source software and the "private-collective" innovation model: Issues for organization science. *Organization science*, 14(2), 209-223.
- Juncos, I., y Borrastero, C. (2020). Grandes corporaciones de software y el FLOSS: cooperar en entornos abiertos como estrategia de competencia. In H. Morero & J. Motta (Eds.), *La economía del software libre y open source: Multinacionales, Pymes y Comunidades*. Estudios Sociológicos Editora.
- Kogut, B., y Metiu, A. (2001). Open-source software development and distributed innovation. *Oxford Review of Economic Policy*, 17(2), 248-264.
- Lakhani, K., Wolf, B., Bates, J., y DiBona, C. (2002). The boston consulting group hacker survey. *Boston, The Boston Consulting Group*.
- Lee, G. K., y Cole, R. E. (2003). From a firm-based to a community-based model of knowledge creation: The case of the Linux kernel development. *Organization science*, 14(6), 633-649.
- Lerner, J., y Schankerman, M. (2013). *The comingled code: Open source and economic development*.
- Morero, H., Motta, J., Manzo, F., y Gutierrez, D. (2019). *El abordaje económico y productivo del FLOSS y su participación en la industria del software de la Argentina XXI* Red Pymes Mercosur, Rosario, Argentina.
- Morero, H. A. (2020). Conceptos esenciales para el abordaje económico y productivo del FLOSS. In H. A. Morero & J. Motta (Eds.), *La economía del software libre y open source : multinacionales, pymes y comunidades*. Estudios Sociológicos Editora.
- Morero, H. A., y Motta, J. (Eds.). (2020). *La economía del software libre y open source : multinacionales, pymes y comunidades*. Estudios Sociológicos Editora.
- Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Nishinaka, Y., Kishida, K., y Ye, Y. (2002). Evolution patterns of open-source software systems and communities. Proceedings of the international workshop on Principles of software evolution,
- Nikula, U., y Jantunen, S. (2005). Quantifying the interest in open source system: case south-east Finland. Proceedings of the 1st International Conference on Open Source Systems (Scotto, M. and Succi, G. Eds.),
- O'Mahony, S. (2003). Guarding the commons: how community managed software projects protect their work. *Research Policy*, 32(7), 1179-1198.
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(03\)00048-9](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00048-9)
- Raymond, E. (1999). *The cathedral and the bazaar. Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*. O'Reilly.
- Robert, V. (2006). *Restricciones en la difusión de tecnologías abiertas. La difusión de software libre en la Argentina*. Tesis de Maestría, UNGS.
- Rossi, M. A. (2006). Decoding the free/open source software puzzle: A survey of theoretical and empirical contributions. In J. Bitzer & P. Schöder (Eds.), *The Economics of open source software development* (pp. 15-55). Elsevier.

- Schaarschmidt, M., Walsh, G., y von Kortzfleisch, H. F. (2015). How do firms influence open source software communities? A framework and empirical analysis of different governance modes. *Information and Organization*, 25(2), 99-114.
- Smith, B. L., y Mann, S. O. (2004). Innovation and intellectual property protection in the software industry: an emerging role for patents? *The University of Chicago Law Review*, 241-264.
- Zanotti, A. (2014). *El software libre y el campo de producción cordobés: agentes, comunidades, disputas* Tesis Doctoral. Doctorado en Estudios Sociales de América Latina, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos¹

Victoria Díaz², Lorena Paz³, Mariela Secchi⁴ y Natalia Paratore Garbarino⁵

Recibido: 29/11/2021; Aceptado: 22/02/2022

Cómo citar: Díaz, V; Paz, L; Secchi, M y Paratore Garbarino, N. (2022). La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos. *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 77-100. <https://doi.org/10.24215/23143924e049>

Resumen. Este artículo profundiza la labor de las y los investigadores de Experiencia de Usuario (UX, por sus siglas en inglés *User Experience*) a la hora de realizar pruebas de usabilidad. Analiza las implicancias metodológicas de la tríada “usuario-contexto-tarea” en el marco de nuevas lógicas y entornos laborales que están emergiendo, desde el marco teórico de los Estudios sociales de la Ciencia y la tecnología. Se ha usado una combinación de métodos, exploración, inspección e indagación, análisis de datos secundarios y la construcción de datos primarios que surge de la sistematización de experiencias propias como investigadoras UX. Se detecta la necesidad de una adaptación acelerada por la situación de contexto mundial de la pandemia COVID-19 cuyos rasgos pretendemos sean entendidos desde los criterios de usabilidad, es decir por el grado de eficacia, eficiencia y satisfacción. Se plantea en este artículo, la existencia de un nuevo tipo de prueba, la prueba de *usabilidad híbrida*. Y la necesidad de reinterpretar los entornos investigativos, respetando la tríada usuario-contexto-tarea de manera controlada, para mensurar científicamente la UX. Así profesionalizar la labor de los investigadores, mejorar el diseño y el desarrollo de productos, y, en consecuencia, la calidad de nuestras vidas.

Palabras clave: usabilidad, pruebas, remoto, hibridez, ux

¹ Este artículo muestra los avances de un trabajo colaborativo entre el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la Universidad de Flores (UFLO) enmarcado en un acuerdo de Cooperación Científico-Tecnológica. Ambas instituciones, desde la Dirección Técnica de Diseño Industrial y desde el Laboratorio de Experiencia de Usuario, se comprometieron a llevar adelante un proyecto de investigación y desarrollo con foco en una definición de las metodologías para la evaluación de interfaces.

² Diseñadora industrial. Jefa de Departamento de Experiencia de Usuario de la Dirección Técnica de Diseño Industrial del Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (ux@inti.gov.ar)

³ Licenciada en Sociología. Master en Cooperación Internacional. Investigadora-Docente. Directora del Laboratorio de Experiencia de Usuario de la Universidad de Flores. (lpaz@uflo.edu.ar)

⁴ Licenciada en Publicidad. Forma parte del equipo del Departamento de Experiencia de Usuario de la Dirección Técnica de Diseño Industrial del Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (ux@inti.gov.ar)

⁵ Diseñadora gráfica. Forma parte del equipo del Departamento de Experiencia de Usuario de la Dirección Técnica de Diseño Industrial del Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (ux@inti.gov.ar)

Sumario. 1. Introducción general. Marco teórico CTS. 2. Contexto de la investigación. 3. Aclaración conceptual: hibridez. 4. Planteo de hipótesis. Grandes interrogantes. 5. Etapas del proceso investigativo. 6. Conclusiones. 7. Prospectiva. 8. Bibliografía.

The usability of usability: A comparative analysis of tests of products in the new hybrid contexts

Abstract. This article deepens on the labour of User Experience (UX) researchers when carrying out usability tests. It also analyses the methodological implications of the triad "user-context-task" in the framework of the new logics and labour environments that are emerging, as of the theoretical framework of the Social Studies of Science and Technology. We have employed a combination of methods: exploration, inspection and inquiry, secondary data analysis and the production of primary data that arise from the systematization of our own experiences as UX researchers. A need for an accelerated adaptation is detected due to the global situation of the COVID-19 pandemic, and its main features should be understood as of the usability criteria, that is, as of the degree of effectiveness, efficiency and satisfaction. This article underlines the existence of a new type of test, the hybrid usability test, and the need to reinterpret research environments, respecting the user-context-task triad in a controlled manner in order to measure UX scientifically. This will contribute to professionalize the labour of researchers, improving the design and development of products, and consequently, the quality of our lives.

Keywords: usability, testing, remote, hybridity, ux

A usabilidade da usabilidade: análise comparativa de testes de produtos nos novos contextos híbridos

Resumo. Este artigo aprofunda o trabalho de pesquisadores de User Experience (UX) na realização de testes de usabilidade. Analisa as implicações metodológicas da tríade "usuário-contexto-tarefa" no quadro das novas lógicas e ambientes de trabalho que vão surgindo, a partir do referencial teórico dos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia. Foi utilizada uma combinação de métodos, exploração, inspeção e indagação, análise de dados secundários e construção de dados primários que surgem da sistematização de suas próprias experiências como pesquisadores de UX. Detecta-se a necessidade de uma adaptação acelerada devido à situação de contexto global da pandemia COVID-19, cujas características pretendemos que sejam compreendidas a partir dos critérios de usabilidade, ou seja, pelo grau de eficácia, eficiência e satisfação. A existência de um novo tipo de teste, o teste de usabilidade híbrido, é levantada neste artigo. E a necessidade de reinterpretar os ambientes de pesquisa, respeitando a tríade usuário-contexto-tarefa de forma controlada, para mensurar cientificamente o UX. Profissionalizando assim o trabalho dos pesquisadores, melhorando o design e desenvolvimento de produtos e, conseqüentemente, a qualidade de nossas vidas.

Palavras-chave: usabilidade, testes, remoto, hibridismo, ux

1. Introducción general. Marco teórico CTS

Nuestro punto de partida es que los procesos industriales al igual que los científicos-metodológicos, deben estudiarse desde una perspectiva sociológica ampliada, ya que ambos develan nuevas formas en las relaciones sociales. En el caso que nos ocupa, el abordaje multidireccional es necesario, además, porque se evidencian nuevos métodos, se suman otros canales y procesos de trabajo que decantan en nuevos productos/servicios e interrelaciones y aparecen nuevas especializaciones laborales.

El marco teórico sistémico, se corresponde con la línea de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS)⁶ cuya base conceptual a grandes rasgos, es comprender lo tecnológico no por fuera de lo humano, sino más bien como una destreza humana, y asumir desde ahí que la sociedad en sí misma es una red de interacciones sociotécnicas, invisible entre actores, personas y artefactos. Además, las ideologías, los modos de existencia, y los agentes, son elementos que actúan como dinamizadores o perturbadores, que intervienen (leyes, normativas, las ideologías, métodos, los contextos y los diversos intereses) que crean esta sinergia entre lo humano y lo no humano, que se influncian y conforman el sistema.

Desde esa concepción, queremos entender la experiencia de las personas en el uso de una tecnología. De ese modo la abordamos para entender el sistema que conforman todos los componentes, teniendo siempre presente al ser humano en su entorno, poniendo en relevancia sus necesidades (reales y/ o inducidas) y qué factores lo influyen y condicionan.

Esa forma de entender la dinámica entre el funcionamiento y el diseño del sistema asume que, un cambio en cualquiera de sus componentes, lo va a afectar. Es una visión holística y a la vez crítica, que busca descubrir todos los elementos e influencias que intervienen, y en ese proceso, abrir “la caja negra” (Whitley, 1972) de la tecnología. Esta dinámica nos permitirá registrar la información que se desprende tanto del funcionamiento como del “no funcionamiento” en una cadena de intereses y necesidades que se necesitan develar. Desde el punto de vista de la investigación en nuestro campo, nos permite hacernos preguntas claves, del estilo para qué y para quién se crea este sistema, o para que se lo quiere crear; también a quien le habla, quien lo usa, etc. Como también preguntarnos qué tipo de métodos se usaron en el diseño. Estas conforman el cuestionamiento exploratorio, que interpelan tanto al “artefacto”, como al contexto y a los actores en su entorno.

Entendemos que las consecuencias que ha traído tanto la innovación tecnológica en los modos de producción laboral híbrida, la acentuación del uso de los entornos virtuales, produjeron modificaciones del sistema socio/técnico, que al estar constituido por actos, actores y artefactos; y siendo componentes de una red socio técnica, cualquier mínimo cambio, modifica el conjunto. Desde ahí concluimos que los modos en los que se generan los problemas están íntimamente vinculados con la construcción social de las soluciones. La búsqueda de éstas,

⁶ Entendiendo, por aproximación, a la CTS como el estudio de la evolución social a través de los cambios culturales, éticos, políticos, científicos y tecnológicos que se dan en contextos determinados e impactan en las personas como parte de las trayectorias.

generan adecuaciones en la metodología y los productos, en la división del trabajo y en este caso en particular, nos interesan las funciones específicas de las investigadoras de diseño de interacción.

Somos conscientes de que es algo bastante inédito comenzar a interpelar la disciplina del Diseño Centrado en el usuario desde la línea de los Estudio de la Ciencia, la tecnología y la Sociedad (CTS), sin embargo, nos ha permitido entender mejor el entramado y la trayectoria de estos procesos. Particularmente los casos compilados por Oudshoorn y Pinch (2003), respecto a la adopción y la resistencia de las personas y la reconfiguración tecnológica para la permeación social, nos permite problematizar sobre esta relación en función de los artefactos y el consumo.

En esta particularidad, la UX, vista desde la triada de la usabilidad, usuarios/contexto/tarea asume un nuevo riesgo, el de interpelar para develar que los cambios en alguno de sus componentes, afectará al diseño del sistema y por consecuencia al método mismo, a la forma de trabajo y a los trabajadores. En este caso, a los equipos de UXR (investigación de experiencias de usuarios). En este sentido, compartimos el encuadre de Cristina Lindsay (2003) en su planteo de la dinámica de que la co-construcción entre usuarios y tecnologías, van más allá de las visiones deterministas de la tecnología y de las esencialistas de las identidades de los usuarios. Si colocamos a las personas que investigan, en el rol de usuarias, en un nuevo contexto, con nuevas tareas, ante un nuevo producto, o modo de hacer un experimento, es claro que estamos ante un fenómeno de co-construcción. Es decir que todo aquello que influencia sobre el contexto, altera el método, afectará la tarea, al usuario y al equipo investigador.

Finalmente en la misma compilación, en la sección *Multiplicity in Locations: Configuring the User during the Design, the Testing, and the Selling of Technologies* se ahonda desde el relato de casos de estudio cómo es posible ver la influencia de los usuarios, en el diseño y el uso de dispositivos, del mismo que se hace evidente la influencia del contexto, entendido en su sentido más amplio que incluye desde lo cultural, hasta la diferencia de género influencia en el método en que se diseñan y mismo usan y venden esas tecnologías.

Tanto desde lo sistémico o desde la macro-usabilidad, es menester asumir que las modificaciones metodológicas en la investigación y el diseño de productos, repercuten en la economía de un país, ahí vislumbramos una gran oportunidad de innovación social, la posibilidad de promover saberes que agreguen valor a la industria nacional, influenciar en las importaciones y las exportaciones, campos de desarrollo en el marco del diseño de interacción y desde la investigación de la experiencia de usuario, que constituyen un agregado de valor estratégico. Un fenómeno que es acompañado en la imbricación de las esferas de lo público y lo privado, en la fusión de la universidad, con el ámbito productivo.

Frente a la demanda de una sociedad de consumo, como actividad cultural (Thomas, 2008), mediatizada por interfaces, surgen nuevas disciplinas y *skills* que buscan actuar como intermediarios o facilitadores entre los productos y las personas (actores del sistema). Es el caso de la usabilidad⁷, que tiene una impronta metodológica científica y una práctica técnica. Para que

⁷ Usabilidad: medida en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico. (International Standard [ISO, 2006])

exista una vinculación eficiente entre los dos elementos que componen el sistema (persona y artefacto) la “usabilidad” abre un campo de estudio y de acción que le aporta valor a través de mejorar el diálogo entre las partes. Este punto de partida permite vislumbrar un portal que atiende generar oportunidades de desarrollo y trabajo. Si bien estas disciplinas son bastantes nuevas y emergentes, ya se disponen de investigaciones, normativa y redes que lo ponen en el radar de la industria⁸.

Sin embargo, en nuestro país está en pleno desarrollo y perfeccionamiento. Es por ello, que creemos importante el abordaje de la temática y analizar el rol de las personas que se ocupan de llevar adelante esta tarea: el investigador; un componente relevante, quién debe a su vez, realizar la tarea de manera eficiente.

La presente investigación se sustenta en tres pilares: fuentes primarias, la experiencia de trabajo de cada uno de los grupos y en conjunto, y las percepciones de otras y otros investigadores de experiencia de usuario⁹ hispanoparlantes que han sido consultados expresamente. El núcleo de este trabajo se enfoca en analizar el ensamble sociotécnico (Thomas, 2008) requerido para alcanzar el mismo objetivo, con otra dinámica, contemplando las capacidades, habilidades y recursos con los que deben contar las y los investigadores de experiencia de usuario¹⁰ para cumplir con éxito la tarea de realizar pruebas con usuarios, y a su vez visibilizar los obstáculos y concomitantes que entran en juego. Un análisis que se realiza de manera transdisciplinaria, ya que el equipo ensamblado contiene profesionales de diversos campos de estudio.

1.1 Objetivo

Mediante este estudio nos proponemos analizar la usabilidad de la usabilidad, para entender las fortalezas, las debilidades y detectar focos de oportunidades, que sirvan para el desarrollo de la disciplina, la incorporación de la metodología en la industria nacional y obtener insumos para desarrollos a medida.

Sabiendo que la usabilidad se refiere al atributo que permite medir qué tan fácil y amigable de usar es un producto (físico o digital) para las personas. En este artículo detallamos los avances en el análisis general de los diferentes productos y en algo que ha acrecentado la pandemia, las pruebas remotas y lo que creemos es una hibridez metodológica en la que debemos comenzar a medir la interacción de las personas con las interfaces. Concluimos en esta etapa con asumir que existe la posibilidad de enfrentar un nuevo campo de especialización en la Economía del

⁸ Relevamiento propio (septiembre a diciembre de 2019).

⁹ Cuando hablamos de usuarios nos referimos a personas usuarias. Cuando nombramos a los investigadores, nos referimos a especialistas Senior en el campo de la experiencia de usuario. Ambas citas sin distinción de género.

¹⁰ Usuario: persona que interactúa con el producto. Experiencia de usuario: percepciones y respuestas de la persona resultantes del uso y / o uso anticipado de un producto, sistema o servicio. La experiencia del usuario incluye todas las emociones, creencias, preferencias, percepciones, respuestas físicas y psicológicas, comportamientos y logros de los usuarios que ocurren antes, durante y después del uso. La usabilidad, cuando se interpreta desde la perspectiva de los objetivos personales de los usuarios, puede incluir el tipo de aspectos perceptivos y emocionales típicamente asociados con la experiencia del usuario. Los criterios de usabilidad se pueden usar para evaluar aspectos de la experiencia del usuario. (ISO, 2006)

Conocimiento en la región, al incorporar pruebas de usabilidad remotas en un contexto de trabajo híbrido. A su vez hemos vislumbrado que estamos ante el desafío de poder pulir metodologías en nuestro campo de conocimiento y comenzar a pensar en desarrollos específicos. También nos encontramos frente al crecimiento de brechas sociales/digitales que acrecientan la desigualdad, ya que se hace cada vez más necesario el acceso a los artefactos, a la conectividad y a la alfabetización digital. Finalmente se detecta el uso cada vez más marcado de software privativo¹¹. Esto conduce no sólo a una pérdida de la protección de los datos y, sino que afecta a la posibilidad de motorizar industrias incipientes en nuestro país. Confiamos en que este tipo de colaboración científico-académica, cuya sistematización inicial da por resultado este artículo, nos conduzca a salvar esas diferencias, y encauzar posibles caminos hacia la soberanía científica-industrial.

2. Contexto de la Investigación

La usabilidad¹² Es un campo de acción que se viene desarrollando desde hace más de tres décadas. Toma fuerza y comienza a posicionarse gracias al desarrollo digital y web. Esta disciplina aparece como mediadora entre los que se dedican al desarrollo de producto (ocupados en los aspectos físicos y funcionales) y las personas usuarias que se enfrentan al artefacto y deben aprender y conocer cómo funciona. Se refiere a la facilidad de uso. Esta simple observación requiere distintas pruebas que involucran personas en el rol de usuarias con actitud para probar y personas en el rol de investigadores con conocimiento de técnicas que permiten la indagación, el registro y la recomendación de mejora. Estas pruebas enfocadas en la tríada persona-contexto-tarea (quiénes, dónde, para qué) solían hacerse de manera presencial en laboratorios, donde los involucrados interactúan compartiendo el espacio y el momento. A medida que la tecnología se fue incorporando en nuestros hábitos, se comenzó a ensayar en otros entornos y otras maneras de llevar adelante la tarea. Esta disciplina también crece a pasos agigantados en nuestro país brindando servicios a distintos sectores y distintas industrias (productos como, por ejemplo, la de electrodomésticos y servicios como salud, videojuegos, finanzas, entre otros).

Esta demanda, auspicia una oportunidad y, en la última década, se han creado distintas escuelas, tanto en el ámbito privado como público, que especializan a profesionales de distintos campos (sociología, psicología, diseño entre otros) en la materia. También, hay a disposición laboratorios de experiencia de usuario, como es el caso del INTI y UFLO, que ponen a disposición de la industria estas capacidades.

En el año 2019, el Honorable Congreso de la Nación Argentina sanciona el Régimen para la Promoción de la Industria del Conocimiento, a través de la Ley 27506. En su Artículo 2°, dentro de las actividades promovidas, figura la prestación de Servicios profesionales que incluyen en el apartado IV al diseño y sus distintas especialidades: diseño de experiencia del usuario, de

¹¹ Software privativo: son aquellos que no tienen acceso libre y gratuito en ninguna instancia, tanto para su uso, modificación o adopción.

¹² Peter Molville en *Information Architecture: For the Web and Beyond* (4th Edition) presentó el diseño de un esquema en forma de panal de abejas con las 7 facetas de la UX: útil, deseable, accesible, creíble, encontrable, usable y valioso.

producto, de interfaz¹³ de usuario, diseño web, diseño industrial, diseño textil, indumentaria y calzado, diseño gráfico, diseño editorial, diseño interactivo como productos con potencial de exportación. En marzo de 2020, en Argentina la pandemia del COVID-19 obligó a regular el teletrabajo como respuesta a la necesidad urgente de un marco legal que contemplase las nuevas formas de asistencia a los empleos, que ya estaban sucediendo de hecho. Tanto el sector público como el privado se vieron obligados, de manera provisoria, a migrar a entornos virtuales para llevar a cabo sus tareas, exigiendo que el entorno privado y en algunos casos los recursos propios del individuo se conviertan en parte de un todo. En este punto también aparece la construcción de entornos híbridos.

En este contexto se puede comprender nuestra investigación y la implicancia de la temática en el marco de la Economía del Conocimiento.

3. Aclaración conceptual: hibridez

El concepto de hibridez ha comenzado a aparecer de manera creciente en distintos ámbitos, se habla de sociedad híbrida, educación híbrida, entornos laborales híbridos, vidas híbridas, pero aun su significado no está estandarizado ni es unívoco ni conclusivo.

De acuerdo con “Culturas Híbridas” Canclini (1997) aplica el término híbrido al ámbito de la cultura, con la necesidad de forjar un concepto que hable de la mezcla, la yuxtaposición de distintas culturas en la construcción de sociedades modernas. Y afirma “la hibridación surge del intento de reconvertir un patrimonio, una fábrica, una capacitación profesional, un conjunto de saberes y técnicas para insertarse en nuevas condiciones de producción y mercado.” (p.113).

Para este equipo de trabajo y estudio transdisciplinario la definición de investigación híbrida tiene varias acepciones y usos. A saber: es una combinación de investigación generativa y evaluativa. Según Torres Burriel (2017), la investigación generativa “permite observar los comportamientos en el entorno natural y la evaluativa permite conocer los modelos mentales de las personas usuarias”. Es decir, cuando se mezclan las instancias en una prueba con un prototipo, por ejemplo, en una calidad media en la cual hay instancias en las que está roto el flujo de interacciones y /o callejones sin salida para la persona usuaria. Y, además, Por ejemplo, cuando la prueba se realiza con un prototipo en media, con las funciones principales activas, se requiere de la imaginación de la persona usuaria, la guía del moderador para simular funciones que aún no están resueltas. Por lo tanto, en una misma ronda de pruebas se hacen mejoras en tiempo real del prototipo lo cual repercute en el protocolo, es de decir en el guion de la prueba

¹³ Interfaz de usuario: Todos los componentes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan información y controles para que el usuario realice tareas específicas con el sistema interactivo (ISO ,20006)

de usabilidad en las preguntas y escenarios. Por lo tanto, entre cada prueba con usuario se ajusta el prototipo entre ronda y ronda y en tiempo real, siendo un proceso iterativo¹⁴.

Esta situación en un contexto de prueba remota se ve facilitada ya que los equipos de trabajo pueden dividirse la labor de diseño, desarrollo y redacción del guion entre cada ronda. En el campo propiamente de la educación, Maggio (2020) plantea la idea de ensamble que tiene que ver con la construcción colectiva. “El ensamble tiene un aspecto humano, artístico, es una obra que se produce colectivamente. Tenemos que construir propuestas que ensamblen lo que sucede en la virtualidad con lo que puede ir pasando gradualmente en la presencialidad. Esto nos invita a pensar cómo vamos a hacer para que se justifique que estemos en la escuela, qué va a tener que suceder ahí para que sea una escuela viva. Tenemos que crear un círculo virtuoso entre propuestas que vayan articulando momentos de intercambio y de encuentro”.

Respecto a entornos híbridos de trabajo, se comienza a delinear algunos aspectos relacionados con la combinación de equipos de trabajo en la oficina con otros que lo hacen de manera remota. Hasta el momento no se encontró una definición única al respecto, pero en esencia, proponen integrar instancias y espacios construidos entre lo presencial y lo remoto.

Este equipo de trabajo asume para construir la definición de “prueba remota híbrida” tanto el concepto de yuxtaposición de Canclini (1989), como el de ensamble de Maggio (2020). De ese modo, cuando hablamos de pruebas híbridas nos referimos a aquellas instancias de trabajo donde los equipos UX (observadores, moderadores, facilitadores, técnicos y quienes reciben a las personas usuarias) combinan lo presencial y lo remoto. Es esa sinergia la que revaloriza al concepto y le suma una arista a la triada usuaria/contexto/ tarea, que transforma a la prueba en híbrida. En esta complejidad se potencian no sólo las capacidades y habilidades (*skills*) de las y los investigadores, sino también las capacidades y el grado de alfabetización digital de todos los actores que intervienen de la prueba. Situación que a su vez provoca cambios en el protocolo, en el guion, en el prototipo y en el abordaje del análisis por la relación asimétrica entre los actores. Asumimos que en este nuevo “espacio de interacción”, entorno (donde se establece la comunicación entre las personas) el híbrido, modifica las tareas de las y los investigadores, generando un ensamble sociotécnico (Bijker, 1995) que nos permite mapear y aprender en el proceso, ya que se encuentran con nuevas formas de plantear las pruebas y de implementar las mejoras de prototipos. Además de plantear nuevas circunstancias para hacer el análisis de los resultados y las interpretaciones. Todo lo que nos permite llegado a este punto, medir el grado de eficiencia, eficacia y satisfacción de las pruebas de usabilidad en estos nuevos entornos, lo que llamamos la usabilidad de la usabilidad. Como así también, y ya en términos generales asumir que como se declaró en la editorial de la Revista Hipertextos, “*Las temáticas vinculadas con las tecnologías digitales e Internet, su diseño, uso, acceso y regulación ya no son solo importantes, sino también urgentes y salpican cada rincón de la vida cotidiana, social, productiva y sanitaria.*” (2021, p.7).

Y por lo tanto que la hibridez en los entornos laborales exige una adaptación cultural de las personas a nuevos espacios y tareas, y exige la revisión de leyes, procesos, metodologías y la adaptación de artefactos para tal fin y/o la creación de nuevos sistemas. Este fenómeno está en

¹⁴ Iterativo, se refiere a que avanza a través de aproximaciones sucesivas.

plena transición. y cuya magnitud se acelera al pasar por “el lente amplificador de la pandemia” (Consejo editor Hipertextos, 2021) y abre brechas sociales y laborales.

4. Planteo de hipótesis/Grandes Interrogantes

Nuestras hipótesis, al ser varias y de diversas dimensiones de análisis, las hemos tratado como grandes interrogantes. Esos interrogantes a nuestro trabajo fueron organizados por las tres dimensiones de la usabilidad: tarea-persona-contexto. De ahí que decimos la usabilidad. Esta tríada fundamental, desde una perspectiva CTS de naturaleza sistémica, se ve enriquecida, ya que asumimos que cualquier modificación en la tríada, altera a las partes y al conjunto, ya que es posible ver el ensamblado de actos, actores y artefactos. En ese sentido se cree que la alteración en el contexto de las pruebas ha traído una modificación en los equipos de trabajo, en sus roles, en sus formas de trabajar. En los procesos y métodos y finalmente en el tipo de producto, generando una nueva metodología de trabajo remoto en la hibridez.

Como disparadores iniciales nos hicimos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Son las pruebas con usuarios en modalidad remota el sustituto de las pruebas presenciales para todo tipo de productos sin importar su interfaz?
- ¿Alcanzaría con sólo migrar el tipo de prueba (de presencial a remota) o se debería adecuar su diseño? ¿el entorno de la prueba modificaría el resultado?
- ¿Las pruebas remotas requieren menos, igual o más tiempo de preparación, ejecución, análisis y recursos que una prueba presencial?
- ¿Existe algún atributo que posicione mejor a las pruebas remotas que las presenciales?
- ¿Están los equipos, las instituciones, y las metodologías, preparadas para reemplazar lo presencial por lo remoto e incorporar alternativas de trabajo en contextos híbridos?
- ¿Qué capacidades deberían tener las y los investigadores UX para llevar adelante las pruebas remotas? ¿Con qué recursos deberían contar para afrontar el desafío?
- ¿Cómo impactó la pandemia en la actividad del investigador UX?
- ¿Qué sucede con los usuarios y en qué medida sus capacidades, habilidades y recursos condicionan la factibilidad de realizar pruebas remotas?
- ¿Cómo esta aceleración puede convertirse en una oportunidad de desarrollo social?

Frente a todos estos interrogantes, y ante nuestro rol como representantes de la Academia y el Estado, creemos necesario establecer bases que consoliden el trabajo de nuestros colegas investigadores. Es por ello por lo que, a través de este primer documento, buscaremos entender si la tecnología y los nuevos entornos que propone, infieren en los hábitos y la calidad -entendida como el cumplimiento de los requisitos- del trabajo del investigador y el alcance del mismo.

5. Etapas del proceso investigativo

Como punto de partida se hizo un mapeo de las metodologías de evaluación en función del tipo de interfaz de cada producto (física, mecánica, digital y sus combinaciones) para definir sobre cuál se estaría trabajando en la primera etapa de la investigación. Se identificaron los componentes del sistema “pruebas con usuarios” (principales y secundarios). El contexto de la pandemia reorientó este enfoque hacia el estudio comparativo de las modalidades presencial y remota en productos digitales. Esto condujo inexorablemente a una nueva modalidad, la híbrida, que combina tareas en entorno remoto con trabajo en laboratorio e incluso pruebas de guerrilla¹⁵, como actividades presenciales.

La investigación se argumenta en la propia experiencia y en la de otros equipos de investigadores de América Latina los cuales han sido indagados a través del método cualitativo e iterativo DELPHI¹⁶. Se complementa con una revisión de bibliografía y normativa existente. Esta aproximación mostró que este trabajo tenía que ser consecuente y apuntar a la medición de la eficiencia, la eficacia y la satisfacción de la metodología en las propias pruebas con personas usuarias en diferentes modalidades. Es decir, medir la usabilidad de la usabilidad, de manera perentoria, teniendo en cuenta la aceleración del cambio de entornos y las nuevas maneras de vincularse de los equipos UX y mismo de las personas en su rol como usuarias de productos.

Tempranamente se identificó como importante analizar, no sólo la interacción entre producto y el usuario, sino también con los investigadores y el equipo UX ampliado. Además del contexto, la tarea y el medio en el que fuera ejecutada la prueba. Respecto a los recursos que se utilizaron, se hizo foco en el software/hardware que se utilizan para medir UX en estos nuevos contextos y en las nuevas formas metodológicas. Se destaca el grado de alfabetización digital requerido en las distintas instancias del proceso de todos los agentes que intervienen.

5.1 Plan del proceso de trabajo

1. Estado del arte. Revisión bibliográfica CTS. Antecedentes internacionales /Definiciones normalizadas.
2. Relevamiento de normativas
3. Identificar producto con grado de interacción física y digital
4. Identificar los actores del ecosistema. Pruebas con usuarios
5. Identificar los entornos y contextos posibles. Establecer recorte y definiciones.
6. Hacer pruebas de campo para validar la tarea en distintos entornos
7. Identificar investigadores referentes. Profundizar sobre las dimensiones detectadas.

¹⁵ Las pruebas de guerrilla son un tipo de pruebas con usuarios que se caracterizan por ser informales, rápidas y económicas. Consiste en seleccionar al azar personas (puede ser en la calle, o en algún café) para que prueben diseños o prototipos con el objetivo de encontrar problemas de usabilidad.

¹⁶ El método Delphi es una técnica de carácter cualitativo (se nutre de las actitudes y el comportamiento de las personas). Los integrantes de la muestra son personas con experiencia. Este método propone profundizar a través de la reconstrucción de las preguntas en base a las respuestas, generando ciclos virtuosos de construcción sumativa.

8. Ampliar marco de referencia para validar hipótesis
9. Buscar alternativas de abordaje para llevar adelante pruebas con usuarios exitosas sin depender del entorno ni el contexto
10. Validar las ideas con los especialistas involucrados en la investigación.

5.2 Metodología

El abordaje metodológico que utilizamos está fundamentado en el “pensamiento de diseño”¹⁷.

Esta permite el abordaje de problemáticas complejas¹⁸ y también acercarse a la innovación, a través del reconocimiento de las necesidades y los deseos de las personas y el trabajo en equipo. El pensamiento de diseño se nutre de herramientas propias del diseño y también de otras pertenecientes a otras disciplinas que le permitan entender el contexto, el entorno y a las personas en busca de soluciones acordes, creativas y sostenibles. Cabe aclarar que este pensamiento sistémico comparte las bases del marco CTS.

En segunda instancia se realizó un Estado del Arte exhaustivo relevando publicaciones, normativas, ofertas de formación a nivel internacional y programas y las metodologías para evaluar diversos tipos de productos (físicos, digitales y combinados).

Gráfico 1. Mapeo de categorización de productos desde físico a digital con distinto grado de complejidad en la interfaz.



¹⁷ Pensamiento de diseño traducción al español del *Design Thinking*.

¹⁸ Concepto que se usa para identificar a aquellos problemas cuya solución es difusa o no es lineal.

Fuente: Elaboración propia

El relevamiento incluyó información sobre las variables a tener en cuenta en las pruebas de usabilidad remotas a través de las herramientas que se utilizan para tales fines.

En concordancia con la metodología propuesta, se usó como medio de trabajo del equipo multidisciplinar ensamblado UFLO/INTI, una plataforma colaborativa, que nos permitió plasmar los avances de manera compartida y visual como un instrumento vivo (en continuo crecimiento). También en rigurosidad con el método, se utiliza una plataforma de uso libre para el almacenamiento de documentos en espacios compartidos. Llevamos adelante reuniones semanales a través de una sala virtual para revisar y debatir lo trabajado en la semana y delinear siguientes pasos con iteraciones.

Por decantación, en este Estado del Arte, se identificaron las regulaciones y normativas. También se identificaron iniciativas públicas vinculadas al desarrollo de la industria del conocimiento en el ámbito Nacional Argentino y acciones de promoción para distintos sectores. Lo cual enciende la discusión acerca de entender el tipo de valor que tiene profesionalizar estas disciplinas, para desarrollar y certificar productos, sustituir importaciones e incorporarse a nuevos mercados respetando estándares de calidad.

Para analizar el rol del sujeto investigador como articulador entre el artefacto de estudio y las personas, se partió de la “lista de verificación como insumo para la planificación de estudios de usabilidad” (Loranger, 2016) publicado en el sitio de *nn group.com*, delineamos nuestro objeto de estudio que se organizó de la siguiente manera:

1. Definición de meta
2. Determinación del formatos y entornos
3. Determinación de número de usuarios
4. Reclutamiento
5. Definición de tarea a solicitar
6. Puesta a punto a través de una prueba piloto
7. Definición de métricas
8. Documentación

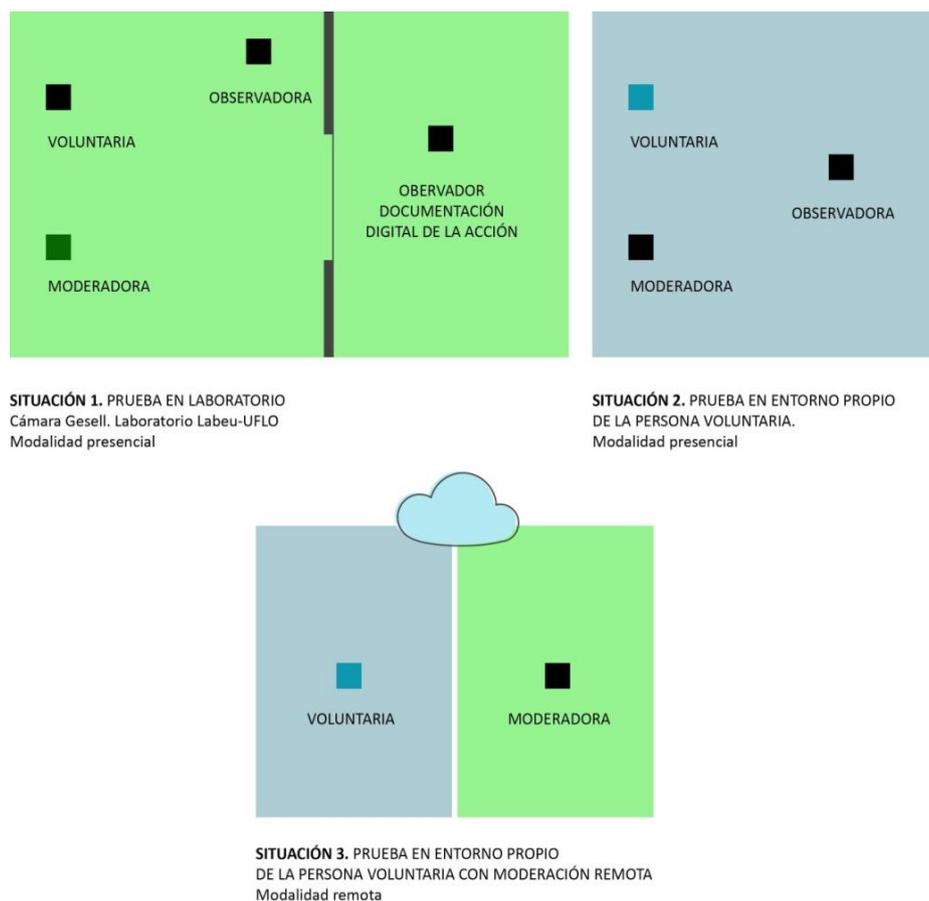
De esta manera podríamos experimentar con una mirada crítica cada uno de los pasos necesarios para llevar adelante una prueba y encontrar las diferencias variando los entornos. Esto nos permitiría, no sólo transitar la prueba sino también poner en tensión los componentes de la tríada y atender la reacción del sujeto de estudio (el investigador).

5.3 Casuística

5.3.1 Prueba en distintos entornos

Para comenzar a estudiar las condiciones de trabajo bajo ambas modalidades, en el 2019 se llevó adelante una experiencia piloto. En este documento se expone la experiencia de las pruebas con usuarios de un mismo producto digital, variando la modalidad y el entorno¹⁹, sin profundizar en el proceso. En todos los casos la tarea fue realizar una reserva en una página web de alquileres temporarios.

Gráfico 2. Disposición de los sujetos en las distintas modalidades testeadas



Fuente: Elaboración propia

Situación 1: Prueba en un entorno simulado. Laboratorio con cámara Gesell. Se realizaron 4 pruebas con usuarios de distintas edades que tenían experiencia en el uso de sitios similares. El equipo investigador se compuso de dos personas en la cámara, observando y moderando al participante, y en el aula contigua, un observador procesando la prueba a través del software privativo Morae, acompañado de público heterogéneo.

¹⁹ Actividad desarrollada por el equipo INTI-UFLO en el marco de la semana de la Investigación UFLO 2019

Imagen 1. Experiencia con una usuaria en Cámara Gesell junto a la moderadora y a observadora. Se observa la sala de observación con el operador. LABEU- Universidad de Flores en el marco de la Semana de la investigación 2019



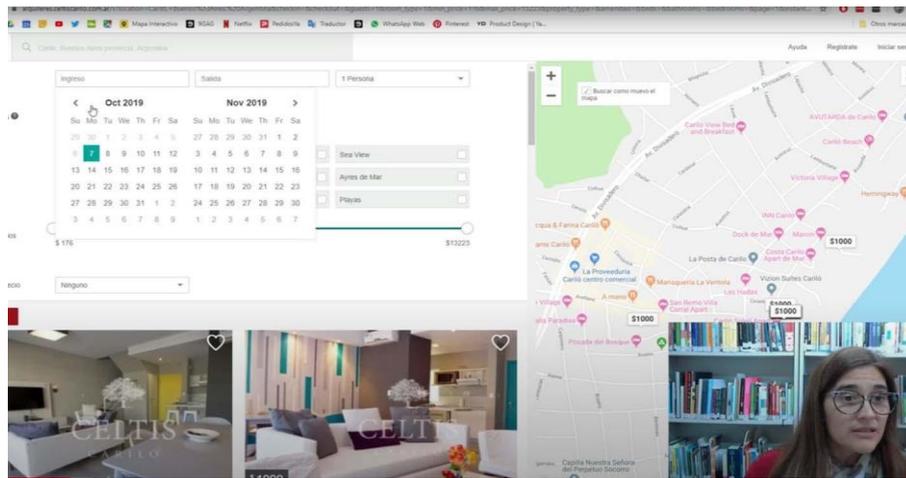
Fuente: Elaboración propia

Situación 2: Prueba en el entorno propio del usuario con una moderadora que guiaba las pruebas y una observadora que registraba las acciones y situaciones que se daban en la interacción. En este caso fueron tres usuarios y también tenían experiencia en la ejecución de la tarea solicitada.

Situación 3: Prueba en el entorno propio del usuario con una moderadora con ubicación remota. En esta oportunidad, se realizaron dos registros con personas voluntarias con perfiles similares a la situación. Éstas eran guiadas y grabadas a través de un software gratuito OBS. En esta oportunidad, era muy importante el relato del usuario, adelantando la acción que pensaba ejecutar, en busca de las *“percepciones y respuestas de la persona resultantes del uso y/o uso anticipado de un producto, sistema o servicio”*, como menciona la Norma (ISO 9241-210).

Más allá del resultado de la prueba, y aunque los usuarios pudieron llegar al final de la tarea propuesta con muy poca diferencia de tiempo, nuestro foco estuvo en entender cómo el entorno podría condicionar a los usuarios.

Imagen 2. Registro de usuario autónomo realizando la prueba desde su propio computador registrado a través del OBS, 2019.



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, en todos los casos ensayados, los usuarios eran alfabetizados digitales y contaban con experiencia para interactuar en sitios similares. Esto les permitió interpretar la página, encontrar atajos y avanzar sin temer al entorno, más allá de la distancia con el investigador.

Podemos reflexionar que, en la situación de entorno simulado o laboratorio, el usuario buscaba el anclaje en el moderador constantemente, en cambio en entornos propios, se observó mayor independencia. El miedo a la falla era mayor, cuando el voluntario se sentía observado. En cambio, a distancia (en su entorno), el usuario mostró mayor soltura en su desempeño. También quedó en evidencia, la habilidad requerida por parte del investigador para facilitar, sin invadir la prueba.

Este piloto nos condujo a construir un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) primario, de cada una de las modalidades en un recorte temporal determinado. Este análisis preliminar nos ayudó a delinear aquellas variables para avanzar con nuestra investigación.

5.3.2 Análisis FODA por tipo de prueba y entornos

Situación 1. Prueba en Laboratorio

Fortaleza

1. Ambiente controlado
2. Contacto con el usuario
3. Posibilidad de guía
4. Recaba la espontaneidad del encuentro.

5. Se dispone de software especializado y equipos dedicados
6. Permite la interacción de dos o más usuarios simultáneos si fuera requerido por la tarea.
7. Permite que el usuario interactúe con el artefacto por primera vez, frente al equipo de observadores.
8. Se trabaja en tiempo real
9. Permite cualquier tipo de producto.

Oportunidad

1. Empatizar con el usuario.
2. Adaptar la propuesta.
3. Guiar el aprendizaje
4. Simular respuestas de dispositivos aún no desarrollados (conversacional).

Debilidad

1. El usuario está condicionado por un espacio y dispositivos no familiares.
2. Requiere tiempo y logística
3. Mayor presupuesto
4. Poca cobertura territorial
5. Tiempo limitado

Amenaza

1. Que el usuario se sienta intimidado por el contexto y la situación.

El laboratorio permite un entorno reservado donde participan pocas personas a la vista de la persona voluntaria y la destreza del moderador permitirá que el usuario se sienta más o menos condicionado a brindar respuesta. Esto también dependerá del perfil de ese usuario. Las pruebas de laboratorio brindan la flexibilidad para indagar en las distintas instancias de madurez del prototipo y en productos con mayor complejidad o con alto grado de novedad. Permiten acompañar al usuario en el aprendizaje.

También imaginar junto con el usuario entornos, quizás que aún no existen y ponerlos en situación. El entorno de las pruebas de laboratorio predispone a los participantes (usuario y moderador) a entablar un diálogo fluido en el durante y que el usuario acceda naturalmente al relatar sus sentimientos.

Situación 2. Prueba remota no moderada en entorno propio del usuario.

Fortaleza

1. Rapidez
2. Autogestionado por el usuario
3. Familiaridad del usuario con el entorno y los dispositivos.
4. Inversión baja
5. Permite realizar varias simultánea

Oportunidad

1. Analizar efectividad
2. Mayor cantidad de respuestas
3. Instancias de indagación

Debilidad

1. No existe interacción en tiempo real
2. Falta de espontaneidad
3. Requiere mayor grado de estado del prototipo si fuera en fase testeó.

Amenaza

1. El usuario tiene tiempo de elaborar una respuesta.

Este tipo de prueba aporta información en instancias prematuras, de los deseos, necesidades o aspiraciones del usuario definido como el apropiado para el producto. La ventaja es que el usuario puede brindarle el tiempo que considere propicio y cuando él lo considere el momento adecuado.

No se cuenta con la espontaneidad del momento. En instancias de testeó o validación, puede ser adecuado para conocer la satisfacción del usuario, si cumple o no cumple y cuán satisfactorio pudo resultar. En productos digitales suele ser más sencillo establecer servidores de prueba y realizar la prueba en un escenario simulado.

Situación 3. Prueba remota moderada en el entorno del usuario

Fortaleza

1. Comodidad del usuario
2. Dispositivos propios
3. Se planifica
4. Es en tiempo real
5. Entornos de uso reales
6. Permite empatizar
7. Puede requerir trabajo autogestionado para el usuario.

Oportunidad

1. La distancia no es un condicionante.
2. Se puede tener registro en distintos momentos. Extiende el tiempo de prueba
3. Inversión moderada.

Debilidad

1. La conectividad no puede controlarse
2. Requiere cierto grado de alfabetización tecnológica por parte del usuario.
3. En oportunidades requiere que el usuario tenga ciertas habilidades o conocimientos tecnológicos.

Amenaza

1. Que fallen los recursos técnicos.
2. Que el usuario no pueda aprender.
3. Falta de coordinación del equipo investigador

5.4 Interpretación general

Nuestro trabajo nos animó a contribuir con otras aproximaciones al concepto de hibridez y delinear la siguiente etapa de investigación.

Las ganancias y/o las pérdidas en cada entorno de trabajo (el presencial en cámara *gesell* y la prueba remota), pueden ser tratadas como variable de control. En el caso de la modalidad remota, se debe reconocer que se pierde la percepción de las micro expresiones²⁰ del usuario. Cuando se modifica y combina el contexto del equipo de trabajo se convierte en híbridos, al tener algunas personas con el usuario y otras de manera remota. Esta combinación, muestra una ganancia en términos de gestión del proceso investigativo en relación con las otras dos situaciones planteadas. De todos modos, en las tres situaciones se logra mensurar de manera eficiente, eficaz y satisfactoria. Los cambios que se vienen produciendo en el mundo del trabajo, que va de manera acelerada hacia el teletrabajo, indica que los modos de realizar pruebas con usuarios se volverán híbridas, y esto requiere especial atención. Las pruebas remotas moderadas permiten combinar actividades en vivo y se puede diseñar una tarea, para que el usuario la lleve adelante en una situación predefinida. También permite más de un encuentro y combina actividades en vivo y asincrónicas. Esto facilita el registro del antes, el durante y el después, por medio de los propios dispositivos tecnológicos propios y familiares de los participantes.

²⁰ El análisis de las micro expresiones (gestualidad) permite mejorar las investigaciones en la experiencia de usuario (UX). Permiten identificar y conocer las necesidades reales del individuo y su nivel de satisfacción con un producto. De igual manera incrementar el interés en la creación y entrenamiento de programas que tengan la capacidad de reconocer emociones.

Como resultado de esta primera instancia, concluimos que se necesita profundizar sobre las habilidades, capacidades requeridas y así analizar la eficiencia, la eficacia y la satisfacción de los sistemas actuales, y detectar vacancias y oportunidades para potenciar nuestra disciplina.

Hasta aquí podemos decir que las pruebas remotas no son sólo una alternativa temporal por una situación de contexto. Es una modalidad con mucho potencial que permite que el equipo de trabajo participe y experimente el momento de la prueba con la posibilidad de ajustarla, sin alterar el ambiente que se genera entre el investigador y la del usuario. Sin embargo, la observación o el rol del observador queda sesgado por el recorte que decide exponer al usuario. Esto pone a prueba las habilidades del investigador para identificar aquellos aspectos que no quedan en evidencia.

Las capacidades (cognitivas y tecnológicas) y las habilidades del usuario funcionan muchas veces como facilitador, pero otras como una barrera.

El concepto de hibridez en las pruebas, como una alternativa de abordaje, permite fusionar modalidades (presencial y remota), y así recuperar aquello que, en lo remoto, se pierde. También, hace que el investigador se nutra del entorno del usuario, entendiendo qué factores construyen la identidad del usuario y entender la coyuntura en la que se da la tarea. Este nuevo escenario plantea un desafío complejo de análisis. Se detecta y se pone en relevancia la importancia de la instancia previa a la prueba entre el usuario y el equipo, contemplando el entrenamiento y la confianza que se necesita. Muchas veces el contexto no es ideal para llevar adelante la prueba, sin embargo, puede verse como un punto a favor o en contra.

Esta evolución natural de los sistemas, en este caso forzado por una situación de contexto, nos impulsa a analizar cómo los actores son transformados y a su vez transformadores de la tecnología como medio de su natural hacer. El desafío entonces radica en fortalecer, y no perder en este proceso de hibridez el vínculo entre humanos.

Este planteo nos lleva a pensar cómo esta nueva normalidad incide sobre el trabajo de las personas investigadoras y a estar preparados para ser parte de la metamorfosis de los entornos laborales. Actualmente, los investigadores UX Seniors, se enfrentan a un escenario ávido del servicio tanto localmente como en el exterior (por el valor de la moneda local y el costo laboral). Por un lado, el contexto permite y por otro el mercado requiere productos digitales para distintas necesidades y grupos humanos. La imposibilidad de las interacciones presenciales para muchas actividades sociales y económicas puso al producto digital, para bien o para mal, en el centro de la escena como nunca. La medición de la accesibilidad, usabilidad y la satisfacción de los usuarios de interfaces y artefactos se convierte en una demanda especializada que traspasa la frontera de la ingeniería de software y el diseño de interacción, es la I+D²¹ en tecnologías de la información y la comunicación. De hecho, la amplía. Se revalorizan especialidades como el generador de contenidos (UX writing), el corrector de estilos, el estudio de la persuasión y la atención, como claves para hacer un mundo más comprensible, accesible, interoperable, productivo y creativo.

²¹ ...” La I+D (investigación y desarrollo experimental) comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible”. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2018)

Se pone en el centro a las personas con sus necesidades, intereses para la toma de decisiones para el desarrollo de sistemas-productos.

Estamos frente a un escenario complejo que propone incluir a la medición de la usabilidad resultados científicos de la satisfacción de las personas. Estamos frente a la paradoja de mediar entre lo tecnológico y lo humano, es decir de humanizar la tecnología.

6. Conclusiones

Aun siendo incipientes nuestros hallazgos, en esta primera parte de la sistematización de la investigación en conjunto INTI/UFLO, además de considerar esta coyuntura como parte de la evolución del sistema tecno-social en general, nos permite encontrar puntuales propuestas de mejoras en las metodologías del testeado de productos. Esto confiamos sirve para contribuir a diseñar nuevos escenarios y nuevas herramientas para sumar valor a la industria nacional, donde se desdibujan y se integran las fronteras entre lo físico y lo digital, lo presencial y lo remoto, lo sincrónico y asincrónico. Es esta evolución, sumida por el impacto de la pandemia que amplió un efecto que ya veíamos, lo que nos obliga a reflexionar sobre la necesidad de la resignificación de la labor del investigador como un actor clave en la relación sociotécnica que permita disuadir la asimetría entre los actores para alcanzar el objetivo, que integra lo adquirido y aprendido de las personas respecto a la tecnología. Los artefactos que se someten bajo presión, a dar respuestas inmediatas. “Las operaciones de resignificación de tecnología se sitúan en la interfaz entre las acciones sociales de desarrollo tecnológico y las trayectorias tecnológicas de concretos grupos sociales, en el “tejido sin costuras” de la dinámica sociotécnica”. (Thomas, 2008, p. 255) a *los usuarios obligan al equipo investigador a duplicar fuerzas y recursos para alcanzar el objetivo propuesto.*

Los productos digitales, por ejemplo, para salud, sistema público, educación, entre otros, son para el uso de grupos muy heterogéneos, y esto dificulta delimitar la selección de la muestra, aunque el reclutamiento, para pruebas remotas, es mucho más sencillo. La problemática que se presenta en este escenario, con un ecosistema complejo, nos permite continuar indagando sobre “la usabilidad de la usabilidad”. También establecer el desafío de cómo podrían los investigadores contar con metodologías, mecanismos y recursos para ser parte de esta metamorfosis de entornos colaborativos donde se ve alterado el tiempo y el espacio, a pesar de la disponibilidad tecnológica existente y la necesaria alfabetización digital.

Cuando Manuel Castells (2013) afirma que “se requiere cambiar las mentes de las personas” en cuanto a su participación cívica, nos induce también a pensar el futuro del trabajo, asumiendo la ineludible convivencia entre personas, sistemas y artefactos. La incipiente aparición de una red sociotécnica sanitaria global redefinirá nuevos contextos que provocarán a su vez nuevos tipos de tareas, nuevos usuarios, formas de interacciones que deberemos analizar para poder mensurar procedimentalmente.

En estos contextos híbridos la tarea principal será hallar sinergia entre la diversidad de actores intervinientes, reforzando las alianzas estratégicas entre el Estado, las universidades, las empresas y la sociedad. Es ese el impulso que direcciona toda nuestra labor de investigación-acción para mejorar procesos de trabajo, e incluir a la usabilidad en los aspectos que conforman la calidad de

los productos. El aporte que la disciplina puede hacer a la industria mejorando la relación persona--artefacto, califica como un atributo que reubica el desarrollo industrial con una mirada responsable e interesada en el usuario, agregando valor, eliminando instancias de aprendizaje y generando una cadena de oportunidades. Solo así, reorientando el foco de la industria hacia las necesidades de las personas y su calidad de vida, podremos generar propuestas genuinas, sostenibles y competitivas.

Finalmente es importante recordar, tal y cual lo expresa Hebe Vessuri (2014):

...”se observan iniciativas, formas organizacionales y cognitivas diferentes, en el sentido de reflexionar y cambiar las propias maneras de pensar y hacer ciencia, las teorías, los supuestos, metodologías, instituciones, normas e incentivos, reconociendo una variedad de formas cognitivas diferentes, para contribuir con mayor eficacia a enfrentar los difíciles desafíos interdisciplinarios y transectoriales que enfrenta la sociedad humana.” (p.173)

En ese sentido concluimos que las nuevas formas laborales, generan nuevos sujetos investigadores de interacción, que modifican los métodos, por lo cual la usabilidad será en su esencia más adaptativa y usable, por lo tanto, es pertinente repensar la usabilidad de la usabilidad.

7. Prospectiva

Continuaremos en el marco del convenio mencionado, trabajando en esta dirección para profundizar en la indagación con los Investigadores UX Senior y en el análisis de los datos obtenidos en la primera fase de un DELPHI. Creemos que los hallazgos de esta investigación nos permitirán profesionalizar nuestra labor y explorar nuevas alternativas para llegar a los usuarios, desdibujando la línea que separa lo presencial y lo remoto, apuntando a entornos híbridos, que nos permitan contar con investigaciones de experiencia de usuario, diseño y desarrollo de productos con mayor valor agregado. En consecuencia, creemos que a través de las futuras investigaciones que realicemos con los UX Senior voluntarios, podremos recopilar detalles de sus requerimientos, como usuarios de software/hardware de medición. Esto podrá ser un puntapié para delinear y/o modelar herramientas flexibles, acordes a las necesidades y así promover el desarrollo de la industria TIC para el mundo hispanoparlante.

8. Bibliografía

Anderson, N. (2022, marzo 2). Hybrid Research: The “Just Right” Mix of Generative and Evaluative Insights. *Dscout*. <https://dscout.com/people-nerds/hybrid-research>

Becker, R., & Secchi, M. (2019). *Etapas Idear: Herramientas para generar ideas*. INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-4.pdf>

Becker, R., Secchi, M., & Dubois, M. J. (2019). *Etapas Entender: Herramientas para comprender el contexto*. INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-2.pdf>

Becker, R., Secchi, M., & Martínez, F. (2019). *Etapas Materializar: Herramientas para materializar las ideas*. INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-6.pdf>

La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos

Becker, R., Secchi, M., Martínez, F., & Nemcansky, K. (2019). *Etapa Materializar: ¿Cómo materializar las ideas?* INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-5.pdf>

Bijker, W.E.(1995), *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs*, Cambridge y Londres, The MIT Press,

Charlas Convenio INTI-UFLO. Proyecto de Investigación y Desarrollo: Definición de Metodologías para la evaluación de Interfaces. (2022, febrero 23). UFLO Universidad. <https://www.uflo.edu.ar/ver-info-de-355-convenio-inti-uflo.-proyecto-de-investigacion-y-desarrollo:-definicion-de-metodologias-para-la-evaluacion-de-interfaces.php>

Convergencia tecnológica. (2015, octubre 5). *Observatorio de Tecnologías.* <https://perio.unlp.edu.ar/sitios/observatoriodetecnologias/convergencia-tecnologica/>

Dirección y Consejo editor Hipertextos. (2021). Editorial. Digitalización de la vida: teletrabajo, educación, soberanía tecnológica, vacunas y patentes. *Hipertextos*, 9(15), 7–14.

Diseño Industrial. (2022, febrero 23). INTI. <https://www.inti.gob.ar/areas/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/areas-de-conocimiento/disenio-industrial>

Doing user research during coronavirus (COVID-19): Choosing face to face or remote research. (2022, febrero 23). GOV.UK. <https://www.gov.uk/service-manual/user-research/doing-user-research-during-coronavirus-covid-19-choosing-face-to-face-or-remote-research>

Estudios de ciencia, tecnología y sociedad. (2022).

https://es.wikipedia.org/wiki/Estudios_de_ciencia,_tecnolog%C3%ADa_y_sociedad

García Canclini, N. (1997). Culturas híbridas y estrategias comunicacionales. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, III(5), 109–128.

Gómez Sánchez, M. (2018). Test de usabilidad en entornos de Realidad Virtual. *No Solo Usabilidad*, 17, Article 17. http://nosolousabilidad.com/articulos/test_usabilidad_realidad_virtual.htm

Guerilla Research: How to Fit UX Research to Any Timeframe. (2022, febrero 23). UX Mastery. <https://uxmastery.com/guerrilla-ux-research/>

Gutiérrez Beltrán, E. J., & Duque Hoyos, L. A. (2017). *Emotion experience: Una herramienta para medir la experiencia de usuario en niños a través de las emociones* [Trabajo de Grado, Universidad de San Buenaventura]. <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/4751>

IDEO Design Thinking. (2022, marzo 2). IDEO | Design Thinking. <https://designthinking.ideo.com/>

ISO 9241-11:2018. *Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts.* (2022, febrero 23). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>

ISO 20282-1:2006 *Facilidad de funcionamiento de los productos cotidianos—Parte 1: Requisitos de diseño para el contexto de uso y las características del usuario.* (s. f.).

<https://www.iso.org/standard/34122.html#:~:text=ISO%2020282-1%3A2006%20is%20applicable%20to%20mechanical%20and%20For%20electrical,remotely%20o%20gain%20access%20to%20the%20functions%20provided>.

LabEU | *Laboratorio de Experiencia de Usuario*. (2022, marzo 2). UFLO Universidad. <https://www.uflo.edu.ar/labeu/>

Manual de Frascati 2015 GUÍA PARA LA RECOPIACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EXPERIMENTA (Español). (2018). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. https://www.ovtt.org/wp-content/uploads/2020/05/Manual_Frascati.pdf

Manuel Castells: “El cambio está en la mente de las personas”. (2013, octubre 27). *Sociólogos | Blog de Actualidad y Sociología*. <https://sociologos.com/2013/10/27/manuel-castells-el-cambio-esta-en-la-mente-de-las-personas/>

Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan: Una introducción al diseño para la innovación social*. Experimenta. <https://www.experimenta.es/tienda/producto/ezio-manzini-cuando-todos-disenan/>

Marés, L. (Ed.). (2021). *Claves y caminos para enseñar en ambientes virtuales*. Educ.ar S.E. <https://www.educ.ar/recursos/155487/claves-y-caminos-para-ensenar-en-ambientes-virtuales/download>

Oudshoorn, N. E. J., & Pinch, T. (2003). Introduction: How users and non-users matter. In N. E. J. Oudshoorn, & T. Pinch (Eds.), *How users matter. The co-construction of users and technology* (pp. 1-25). MIT Press.

Paz, L., & Betti, S. (Eds.). (2016). *Pioneros y hacedores II: fundamentos y casos de diseño de interacción con estándares de accesibilidad y usabilidad*. EGodot Argentina.

<https://img.uflo.edu.ar/a/pionerosyhacedoresII.pdf>

Paz, L., & Malumián, V. (Eds.). (2013). *Pioneros y hacedores: Fundamentos y casos de diseño de interacción con estándares de accesibilidad y usabilidad*. EGodot Argentina.

<https://www.edicionesgodot.com.ar/pionerosyhacedores/>

Paz, L., & Szyszlican, M. (2014). El Diseño Centrado en el Usuario y su impacto en la identidad de los proyectos. *No Solo Usabilidad*, 13, Article 13.

http://www.nosolousabilidad.com/articulos/dcu_identidad_proyectos.htm

Peter Morville. (2004, junio 21). *User Experience Design*. Semantic Studios.

https://semanticstudios.com/user_experience_design/

Ramírez, M. C., & Vásquez, J. A. R. (2018). Surgimiento y desarrollo del método Delphi: Una perspectiva cuantitativa. *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*, 71, 90–107. <https://doi.org/10.5195/biblios.2018.470>

La usabilidad de la usabilidad: análisis comparativo de pruebas de productos en los nuevos contextos híbridos

Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento, Pub. L. No. 27506 (2019). <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/209350/20190610>

Régimen Legal del Contrato de Teletrabajo, Pub. L. No. 27555 (2020). <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/233626/20200814>

Reinventar la escuela: Un ensamble ente la presencialidad y la virtualidad. (2022, marzo 2). *Eutopía*. <https://eutopia.edu.ar/reinventar-la-escuela-un-ensamble-ente-la-presencialidad-y-la-virtualidad/>

Secchi, M. (2019). *Etapas Idear: ¿De dónde vienen las ideas?* INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-3.pdf>

Secchi, M., & Dubois, M. J. (2019). *Etapas Entender: ¿Por dónde empezar?* INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/ASORA-2019-1.pdf>

Tipos de investigación de usuarios enfocadas a diseño de UX. (2017, mayo 24). *Torresburriel Estudio*. <https://www.torresburriel.com/weblog/2017/05/24/investigacion-de-usuarios-diseno-de-ux/>

Todo lo que necesitas saber sobre las pruebas de accesibilidad manual, automatizada e híbrida. (2022, marzo 2). Siteimprove. <https://siteimprove.com/es-es/blog/pruebas-de-accesibilidad-manual-automatizada-e-hibrida/>

Thomas, H., & Buch, A. (2008). *Actos, actores y artefactos: Sociología de la tecnología*. Universidad Nacional de Quilmes ed.

Usabilidad. (2022, marzo 2). ISO 25010. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/23-usabilidad>

Vessuri, H., «Cambios en las ciencias ante el impacto de la globalización», *Revista de Estudios Sociales* [En línea], 50 | Septiembre 2014, Publicado el 01 septiembre 2014, consultado el 16 marzo 2022. URL: <http://journals.openedition.org/revestudsoc/8731>

Whitley R. (s. f.). *Black boxism and the sociology of science: A discussion of the mayor development in the field*, en Halmos, P. (ed.) *The Sociology of Science*, Keele, University of Keele, pp. 62-92.

Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente.

Fernando Peirone¹

Recibido: 15/03/2022; Aceptado: 14/06/2022

Cómo citar: Peirone, F. (2022). Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente. *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 101-120. <https://doi.org/10.24215/23143924e050>

Resumen: Este artículo aborda el impulso resolutivo e innovador de los jóvenes que se socializaron junto a las tecnologías informacionales, como un emergente de la necesidad de afrontar dificultades socio-técnicas que no cuentan con el respaldo de experiencias anteriores, y como la condición de posibilidad para el desarrollo de saberes tecnosociales que cada vez presentan una mayor gama de aplicabilidad. Asimismo, intentaremos reflejar la transversalidad socioeconómica de ese rasgo generacional que se ha extendido al conjunto de la sociedad y que hoy cuenta con experiencias que están reconfigurando los rasgos culturales de la época y las formas de habitar en el mundo.

Palabras clave: juventudes – cultura informacional – saberes tecnosociales – economías del conocimiento – mundo productivo.

Sumario. 1. Introducción. 2. Arbusta. 3. Los Grobo. 4. El impulso resolutivo y la innovación como “agencia juvenil”. 5. Breve final 6. Bibliografía

Resolution and innovation in today's youth. Keys to reading about the emerging culture.

Abstract: This article deals with the resolute and innovative impulse of young people who have been socialized with information technologies, as an emergent of the need to face socio-technical difficulties that are not supported by previous experiences, and as the condition of possibility for the development of techno-social knowledge that increasingly presents a wider range of applicability. We will also try to reflect the socio-economic transversality of this generational trait that has spread to society as a whole and that today has experiences that are reshaping the cultural traits of the times and the ways of living in the world.

¹ Docente e investigador de las universidades nacionales de San Martín (UNSAM) y José C. Paz (UNPAZ). Director del Observatorio Interuniversitario de Sociedad, Tecnología y Educación (OISTE).

Resolución e innovación en las juventudes actuales. Claves de lectura sobre la cultura emergente

Keywords: youth - informational culture - technosocial knowledge - knowledge economies - productive world.

Resolução e inovação na juventude de hoje. Chaves para ler sobre a cultura emergente.

Resumo: Este artigo trata do impulso resolutivo e inovador dos jovens que têm sido socializados com as tecnologias da informação, como uma emergência da necessidade de enfrentar dificuldades sócio-técnicas que não são apoiadas por experiências anteriores, e como a condição de possibilidade para o desenvolvimento de conhecimentos tecno-sociais que apresentam cada vez mais uma gama mais ampla de aplicabilidade. Tentaremos também reflectir a transversalidade sócio-económica deste traço geracional que se espalhou pela sociedade como um todo e que hoje tem experiências que estão a remodelar os traços culturais dos tempos e as formas de viver no mundo.

Palavras-chave: juventude - cultura da informação - conhecimento tecnococial - economia do conhecimento - mundo produtivo.

1. Introducción

El presente trabajo forma parte de la investigación que realicé para la tesis doctoral² sobre el modo en que la agregación social de las tecnologías informacionales alteró el concepto bourdiano de capital cultural, a partir de un estudio de caso realizado en Arbusta: una empresa de servicios informáticos con sede en cuatro países y empleados que provienen íntegramente de sectores populares en situación de vulnerabilidad³. Sus datos más llamativos: en el 60% de los casos, es su primer empleo en relación de dependencia; el 83% no tuvo experiencias laborales previas vinculadas a la tecnología; más del 50% son mujeres; al momento de ingresar, el 20% no terminó el secundario. En ese marco, voy a abordar el impulso resolutivo e innovador de los jóvenes que se socializaron junto a las tecnologías informacionales, como un rasgo derivado de la **agencia juvenil** (PNUD, 2009; Calderón y Szmukler, 2014) que desarrollaron junto a los **saberes tecnosociales** (Peirone 2014a, 2018, 2019a, et. al, 2019b; OISTE, 2020, 2021) y que les permitió afrontar dificultades socio-técnicas novedosas sin el acompañamiento efectivo de los adultos y sin contención institucional, como sí ocurrió con las generaciones anteriores. Seguidamente, voy a tratar de reflejar la transversalidad socioeconómica de ese rasgo generacional que se ha extendido al conjunto de la sociedad y que tiene en Gino Tubaro⁴, Mateos Salvato⁵, L-Gante⁶, Mario Maximiliano Sánchez⁷ y Sebastián Carsorio⁸ las expresiones más visibles y rimbombantes de la apropiación y la imaginación socioproductiva de los jóvenes actuales. Experiencias y prácticas que están redefiniendo los modos de estar en el mundo, y que justamente por eso adquieren una importancia productiva y aplicativa cada vez mayor; aunque todavía no ha sido suficientemente abordada ni explorada, más allá de los provechos que —no sin dificultades— ha conseguido el mercado.

Uno de los primeros en advertir, registrar, demostrar, analizar y describir la existencia de una agencia juvenil asociada a las tecnologías informacionales —durante su etapa germinal—, fue Fernando Calderón. Primero como Coordinador del Informe sobre Desarrollo Humano para Mercosur 2009-2010, cuando dijo:

² Tesis doctoral en proceso de escritura del Doctorado en Estudios Sociales de América Latina, Línea Sociología, del El Centro de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional de Córdoba.

³ Me refiero a jóvenes de los sectores populares ubicados en los cinturones poblacionales que rodean a las grandes urbes y que padecen diferentes tipos de vulnerabilidades y marginaciones: porque son bolivianos, paraguayos o peruanos segregados; porque son madres solteras sin un padre aportante; porque son único sostén familiar; porque crecieron en un hogar de huérfanos o sencillamente porque son muchos en una familia con pocos ingresos y varios hermanos a cargo.

⁴ El joven rosarino que con sólo 18 años creó una prótesis mecánica con su impresora 3D para su amigo Felipe Miranda que nació sin su mano izquierda.

⁵ Es un joven, que siendo un estudiante secundario, creó la aplicación "Háblalo" para facilitar la comunicación de personas con dificultades en el habla.

⁶ Joven músico y cantante de General Rodríguez, Pcia. de Buenos Aires, que se convirtió en un representante de la nueva música urbana (cumbia 420) tras haber generado sus primeros video y canciones con un computadora de Conectar Igualdad.

⁷ El joven de 17 años de la comunidad wichi de General Mosconi, Pcia. de Salta, que desarrolló una *app* para traducir del wichi al español y viceversa, en un ciber y en la computadora que le prestaba uno de sus profesores. Por esa *app* fue nominado al *Global Student Prize 2021* que brinda la Fundación Varkey junto a la UNESCO. Ver: <https://bit.ly/3bl900H>

⁸ El joven que, tras haber sido abandonado por su padre, armó una computadora, se puso a minar criptomonedas y se construyó su propia casa con los dividendos que obtuvo. Ver: <https://bit.ly/3mPT4q0>

(...) entre los jóvenes latinoamericanos hay una nueva “capacidad de agencia” que presenta una importante vinculación con las tecnologías interactivas, que refleja las destrezas para plantearse y alcanzar metas personales, y que revela la capacidad social de reaccionar ante la percepción de injusticias y los desajustes entre aspiraciones y logros (PUND, 2009:34).

Más tarde, cuando realizó diferentes estudios empíricos complementarios y comprobó que “las TIC no son fines en sí mismas, sino ámbitos que permiten nuevas formas de ser, donde se ponen en juego valores, se construyen identidades y se expresan sensibilidades” (Calderón y Szmukler, 2014:90). Estas primeras aproximaciones, junto a otros trabajos que fueron sumando sus aportes (García Canclini, 2007, 2012b, 2014a, 2014b; Semán y Vila, 2008; PNUD, 2009; Calderón y Szmukler, 2014; Semán y Gallo, 2015; Calderón, 2018) permitieron reparar en el vínculo de los jóvenes con las tecnologías como la expresión de un malestar generacional que se evidenciaba, tanto en la desafectación del canon moderno que veían reproducirse infructuosamente en la vida de los adultos y en la rigidez de las instituciones (Peirone, 2015), como en “la expresión de un nuevo tipo de politicidad (...) entendida como la búsqueda de un nuevo sentido de la vida y la política, que potencialmente puede renovar la idea de cambio y las formas de acción social, [con maneras] más cercanas a una deliberación democrática que a un mero incremento en la participación social” (Calderón y Szmukler, 2014:90).

En la misma línea, primero con los colegas del Programa de Saber Juvenil, de la Universidad Nacional de San Martín (Peirone *et al.*, 2016), y posteriormente con el Observatorio de Sociedad Tecnología y Educación (Peirone *et al.*, 2019b; OISTE, 2020, 2021) observamos que la tecnosociabilidad, además de generar una lógica relacional divergente, enfrentaba a los jóvenes a situaciones que los adultos no habían vivido y que estaban muy lejos de ser comprendidas, reconocidas y asimiladas por las instituciones (Peirone, 2014b, 2019a; Peirone *et al.*, 2020). La manera que encontraron de transitar ese desamparo —que por supuesto no fue producto del abandono, sino del desconcierto—, fue 1] reconociendo a sus congéneres como interlocutores de una experiencia común, 2] realizando aproximaciones cognitivas que socializaron a través de blogs, tutoriales, foros, videos y otros modos de intercambios; y 3] generando estrategias de aprendizaje que les permitían convertir sus saberes latentes en saberes colectivamente asimilados (Peirone, 2019a; Peirone *et al.*, 2019b). A partir de lo cual, lograron construir un repertorio de habilidades y competencias, sobre todo juveniles que

1. se desarrollan y transmiten de manera informal y transversal en todos los sectores sociales, junto al avance tecnológico, la masificación de internet, la proliferación de dispositivos digitales y la “autocomunicación de masas”;
2. están compuestas por una codificación cultural que proviene de lo tecnológico, pero que ha rebasado largamente lo virtual para extenderse a la vida *offline* y gravitar en las acciones que instituyen el orden social emergente;
3. deriva en una nueva gramática relacional, en acciones colectivas, en fuertes interpelaciones político-institucionales, y en los nuevos procesos de subjetivación (Peirone, 2019a; Peirone *et al.*, 2019b; Peirone *et al.*, 2020; OISTE, 2020)

Este fenómeno epocal tuvo su correlato en los sectores populares a través de diferentes modos de procuración y apropiaron de las tecnologías informacionales (Finkelievich y Prince,

2007; Benítez Larghi *et al.*, 2011; Benítez Larghi *et al.*, 2012; Ponce de León *et al.*, 2013; Fontecoba *et al.*, 2012; Benítez Larghi *et al.*, 2013a, 2013b), a partir de las posibilidades que generaron algunas políticas públicas orientadas a vincular los estudiantes del nivel primario y secundario con la cultura informacional (Lemus *et al.*, 2014; CIECTI, 2016; Benítez Larghi *et al.*, 2017; Lemus, 2017) —como el Programa Conectar Igualdad en Argentina (Lemus *et al.*, 2014; CIECTI, 2016; Benítez Larghi *et al.*, 2017; Lemus, 2017), el Plan Ceibal en Uruguay (Rivoir *et al.*, 2013; Benítez Larghi *et al.*, 2017, Cobo y Rivera, 2018), el programa “una computadora por docente” en Bolivia (Butrón Untiveros, 2018)^{9,10}—; y de la masificación de los celulares con acceso a internet a través de precios, cuotas y diferente tipo de promociones (Proenza, 2012; Benítez Larghi, *et al.*, 2012; Peirone *et al.*, 2020).

Dicho esto, a continuación, intentaré demostrar que la operatoria de los saberes tecnosociales y la capacidad de agencia, trajeron aparejados una gimnasia resolutive y un reflejo innovador que acabaron convirtiéndose en un extendido recurso juvenil; en una diada pragmática que combinan tres dimensiones socio-técnicas en permanente diálogo: la subjetiva, la intersubjetiva y la tecnológica (CIECTI, 2016). El amplio espectro aplicativo de estos recursos hoy trasciende largamente lo tecnológico (Peirone, 2012, 2015), deviniendo en un factor diferencial dentro de los procesos productivos —*anche* políticos, comerciales y comunicacionales—, que altera la idea de capital cultural bourdiano y las conquistas socioeconómicas que para esa perspectiva estaban asociadas fundamentalmente a las condiciones de clase. Esta resignificación permite que hoy, por ejemplo, muchos jóvenes provenientes de los sectores populares, como los empleados de Arbusta, puedan sumarse rápidamente y sin mayores inconvenientes a un proceso productivo informacional con alto valor agregado y acorde a los estándares internacionales, a pesar de —a veces— no haber aprobado todos los niveles obligatorios de la educación formal.

Antes de avanzar en esta idea, y para evitar posibles confusiones, es importante aclarar que cuando hablo de “impulso resolutive” no me refiero al “solucionismo tecnológico” acuñado por Evgeny Morozov (2016). Lo que este polémico periodista y teórico de las tecnologías sostiene con todos los elementos de una cruzada, es que la “mentalidad solucionista” y el “internet-centrismo” se convirtieron en dos “ideologías dominantes (...) que se han utilizado para validar el gran experimento perfeccionista de Silicon Valley” (Morozov, 2016:17), prometiéndole al mundo que la corrupción, el delito, el sistema político y el sector cultural se pueden resolver mediante entornos inteligentes, *big data*, métodos de auto-rastreo y ludificación (Morozov, 2016:17); como si la tecnología pudiera, incluso, “hacer que seamos mejores personas” (Morozov, 2016:12). En favor de su teoría, no exenta de provocaciones, hay que decir que Mark Zuckerberg en 2008 ya decía que “hay una cantidad de problemas muy importantes que el mundo debe resolver y, como compañía, tratamos de construir una infraestructura sobre la que sea posible resolver algunos de esos problemas”¹¹. Sin embargo, aun cuando las advertencias de Morozov sean atendibles y hasta

⁹ A los que se podrían sumar “Laptop por un niño” en Perú, “Vive digital” en Colombia y “Enlaces” en Chile, etc.

¹⁰ En ningún caso me refiero a su éxito pedagógico, que tiene sus particularidades y que en el caso argentino fue evaluado, entre otros, por el CIECTI (2016) junto a diferentes universidades; en cambio sí, me refiero a la manera en que estas políticas públicas igualaron el acceso a las tecnologías, tanto a las poblaciones alejadas sino también a los sectores sociales más carenciados.

¹¹ La cita la rescata Morozov (2016:12) de una famosa entrevista pública que Sarah Lacy, de BusinessWeek, le hizo al CEO y creador de Facebook, Mark Zuckerberg, en el Festival South by Southwest (SXSW) que se realizó en Austin, Texas, en 2008. Para ampliar, ver de nuestra videografía: “Mark Zuckerberg: SXSW Keynote, Interactive

suenen razonables a la luz de lo que podemos observar en las figuras más relevantes de Silicon Valley, lo que aquí refiero es otra cosa. Cuando hablo de impulso resolutivo me refiero a un reflejo complementario de la curiosidad y del “hambre de saber” que convierte a los *millennials* y a los *centennials* en los *flâneurs* de nuestro tiempo (Baudelaire, 2008 [1863])^{12, 13}. Es decir, en sujetos que exploran la mixtura de la virtualidad y lo vida *offline* como cuando Baudelaire transitaba por las calles de la nueva modernidad, pero esta vez descubriendo y descifrando pautas tecnosociales inéditas. Esto los constituye en animales anfibios (Baricco, 2008), que entran y salen todo el tiempo de un mundo múltiple y descentrado, en el que están construyendo un nuevo dominio práctico de lo real, pero de manera colaborativa. Son *los bárbaros* de Baricco (2008) y *las pulgarcitas* de Serres (2013); en suma, los primeros ciudadanos informacionales: ubicuos, atemporales, mudadizos, reticulares, post-alfabéticos. Son, a esta altura, millones de “sujetos múltiples” que viven interconectados, tratando —a la vez— de entender y construir el mundo en el que se despliegan sus vidas. Más aún: tal vez sean la única alternativa cierta frente al agotamiento destructivo del orden moderno y la inusitada concentración de las riquezas globales (Piketty, 2015; Forbes, 2020, 2021)¹⁴.

2. Arbusta

Para iniciar el desarrollo de mi hipótesis voy a recuperar una anécdota que obtuve en el trabajo de campo, ya que resulta muy ilustrativa para introducirnos en el impulso resolutivo e innovador de los *millennials*, y particularmente de los *arbusters* (así se denominan a sí mismos los empleados de Arbusta). Cuando Jonathan W tenía 21 años y llevaba poco más de un año trabajando en Arbusta, fue protagonista de una anécdota que me contó Federico Seinfeldin, uno de los socios fundadores de la empresa, durante una de las primeras entrevistas que realicé:

Hace poco me encontré con Bruno [el Coordinador Operativo de Arbusta] en un pasillo. Estaba hablando con Jonathan, un pibe de 21 años que trabaja con nosotros desde hace algo más de un año, y como tenía que decirle algo, me quedé esperando que terminaran de hablar. Bruno me dijo que ya estaba terminando y nos presentó. Jonathan se entusiasmó, pero al mismo tiempo se cobibió bastante. “Escuchá lo que me está contando”, me dijo Bruno. Jonathan estaba afectado al Proyecto de Mercado Libre, un trabajo muy grande por el que competíamos con otras tres empresas a las que les habían dado la misma tarea, y que consistía en etiquetar un lote de productos diversos de acuerdo a los criterios y la información de su rubro. Por ejemplo, si publicás un TV, tiene que estar disponible toda la información que necesitás sobre la pantalla: cantidad de pulgadas, si es led, si es Smart. Y así en cada rubro. No era un trabajo complejo, pero sabíamos que competíamos con otras tres empresas

2008, SXSW”: <https://youtu.be/-mvz9nv4x5U>; y de nuestra bibliografía: McCARTHY, Megan and CALORE, Michael (2008), “SXSW: Zuckerberg Keynote Descends Into Chaos as Audience Takes Over”: <https://www.wired.com/2008/03/sxsw-mark-zucke/>

¹² Con *millennials* y *centennials*, me refiero a las dos cohortes demográficas posteriores a 1985, que en Sudamérica coincidió con la vuelta a las democracias, y a nivel mundial con el fin de la guerra fría y el ascenso de la globalización; a partir de lo cual protagonizan un cambio de época, signados por una socialización mediada por las tecnologías digitales e interactivas.

¹³ El *flâneur* es un personaje emblemático de la primera modernidad, caracterizado por Baudelaire en 1863 en *El pintor de la vida moderna*. Con su figura, el poeta francés quiso representar la experiencia del explorador urbano que, entre asombrado e indolente, recorría las calles de un París renovado por la revolución industrial, como quien recorre el corazón de las nuevas multitudes y de un nuevo mundo.

¹⁴ En enero de 2020, 2153 personas tenían más dinero que las 4600 millones de personas más pobres del planeta, que representan al 60% de la población mundial. Ver: <https://www.forbes.com/billionaires/>

para ver quién hacía más rápido la carga de su lote. La que presentara el mejor tiempo, se quedaba con el trabajo y lo aplicaba al resto de los productos de Mercado Libre que, como sabés, son millones. Nosotros lo aceptamos y afectamos mucha gente al proyecto porque si lo ganábamos nos iba a ingresar una plata importante, pero sobre todo porque nos quedábamos con un cliente que querían todos por la proyección que tiene. Jonathan le estaba diciendo a Bruno que la carga era lenta, pero que él había pensado algo para hacerla más rápida. “¿Cómo?”, le preguntamos interesados. Nos dijo que como la carga requería mucha combinación de teclas, él había pensado que para acelerar la carga se podía programar un teclado numérico externo. Le dijimos que ampliara. Entonces nos dijo que, si programábamos un teclado numérico externo para que cada tecla tuviera asignada una función combinada, la carga podía hacerse mucho más rápido. “Está bien. ¿Y te animás a hacerlo?”, le dije. “Ya lo hice”, me contestó. “¿Sí?”, le pregunté sorprendido. “Sí, compré un teclado, lo desarmé y lo programé. Después medimos el tiempo con mis compañeros y la velocidad de carga mejoró un 60%.” (Seineldín, entrevista en Arbusta, agosto de 2018)

Cuando Seineldín vio el teclado, no lo podía creer (ver imagen 1). Era una obra precaria pero técnicamente impecable, en la que pudo verificar lo que Jonathan W les había contado y cada uno de los requisitos técnicos que hacían falta para cumplir con las metas de aceleración de carga que necesitaban.

Teclado A.K.A.S.H.I diseñado por Jonathan W¹⁵

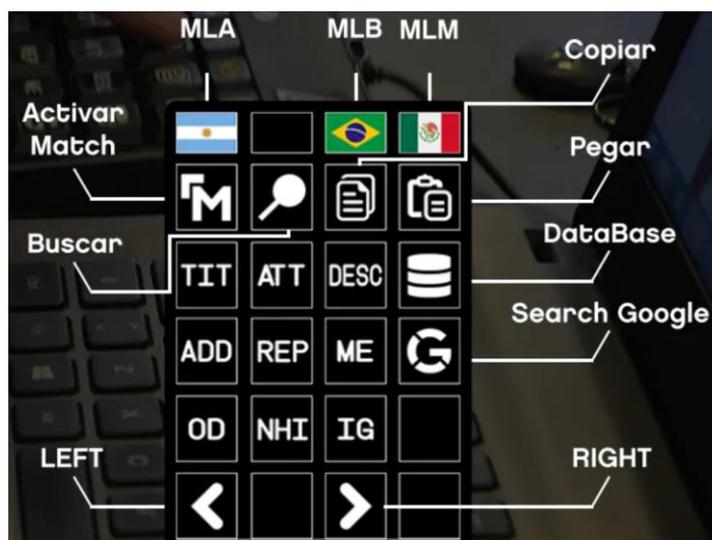


Imagen 1 - Fuente: <https://www.hackster.io/Jonathan-Hacklife>¹⁶

Intrigado por el desenlace del relato, le pedí a Seineldín que me cuente qué hizo después que Jonathan W les mostró el teclado y vieron las pruebas en las que ya había avanzado, comparando su trabajo de carga con el de sus compañeros.

Al día siguiente compré 4 teclados numéricos externos y le dije a Jonathan que los programara. Quería

¹⁵ A.K.A.S.H.I es el acrónimo de **A**rbusta's **K**eyboard **A**dvan**S**ce, **S**imple, **H**elpful and **I**nnovative

¹⁶ En las redes Jonathan se presenta como **Hacklife** (apócope de *hacker* y *life*, vida), según él mismo me dijo, en un intento de asociar su pasión por las tecnologías con su vocación por interpelar las convenciones de la vida en sociedad.

comparar un día de carga entre cinco que usaran el teclado que había programado él con cinco que usaran la combinación manual de teclas que veníamos usando. Los medimos y efectivamente la carga de los que usaban el teclado externo, después de una primera hora de adaptación donde la diferencia no fue tan importante, fue muy superior. Casi un 60% más rápido, como había dicho Jonathan. Así que llamé a [Marco] Galperin [CEO de Mercado Libre] y le dije que habíamos encontrado un método de carga que podía reducir el tiempo a un tercio. Le dije que podíamos implementarlo, pero que el trabajo iba a salir más caro. Me dijo que sí sin dudarlo, pero quería saber cuál era el método que habíamos encontrado. Al día siguiente fuimos a las oficinas de Mercado Libre y se lo mostramos en una presentación en la que participó Jonathan. Dos días después comenzamos a hacer la carga de los productos de Mercado Libre con los teclados numéricos externos. (Seineldín, entrevista en Arbusta, agosto de 2018)

Después de eso, Seineldin nos contó que se quedó pensando mucho en lo que había ocurrido y en la actitud de Jonathan.

Entonces lo llamé a Jonathan y le dije que su invento había sido muy importante porque nos ayudaba a terminar el trabajo más rápido y porque para la empresa significaba un ingreso importante de dinero; así que le pedí que piense en algo que quiera porque habíamos decidido hacerle un reconocimiento por su invento y por el modo desinteresado en que lo compartió. También le dije que podía ser dinero o, si lo prefería, podía ser otra cosa. Vi que estaba sorprendido, así que le dije que lo pensara y que me lo dijera cuando lo haya decidido. Me dijo que no hacía falta, y que me lo podía decir en ese mismo momento. “No me interesa el dinero, aunque me hace falta. Prefiero, si se puede, que me paguen una suscripción a Platzi, para hacer cursos de programación y diseño¹⁷. Te aclaro que yo estaba dispuesto a darle mucho más que eso, si me la pedía. (Seineldín, entrevista en Arbusta, agosto de 2018)

Para avanzar con el desarrollo de esta anécdota y evaluar sus connotaciones socioculturales, es importante decir que Arbusta se define como una “empresa social”, con objetivos que en cierto modo extienden la misión social que los socios tuvieron en su paso por Avina¹⁸, Ashoka¹⁹ Endeavor²⁰ o Njambre²¹, fundaciones internacionales donde prevalecen el humanismo, la responsabilidad social empresaria (RSE), la solidaridad con quienes presentaban condiciones vulnerables y/o no son considerados por su procedencia. En esa línea, Federico Seineldin, Paula Cardenau y Emiliano Fazio decidieron montar una empresa de servicios informáticos con empleados jóvenes provenientes de los territorios y los sectores sociales que acumulan la mayor deuda social e histórica de América Latina²². Jonathan W, por ejemplo, nació en el seno de una familia humilde de Santos Lugares, partido de Tres de Febrero, Pcia. de Buenos Aires:

¹⁷ Platzi es una plataforma de educación en línea orientada a la educación en tecnología. Ver: <https://platzi.com/>

¹⁸ Ver: <https://www.avina.net/>

¹⁹ Ver: <https://www.ashoka.org/es-ar>

²⁰ Ver: <https://www.endeavor.org.ar/>

²¹ Ver: <https://www.njambre.org/>

²² La historia de Arbusta está contada en el libro *La potencia del talento* (2020), un libro institucional donde los periodistas Carlos March y Andrea Vulcano cuentan la experiencia de construir una empresa latinoamericana de tecnología con empleados jóvenes de los sectores y territorios socialmente castigados. Ver también: <https://arbusta.net/>

“Yo vengo de una familia que no es muy adinerada, digamos. No teníamos recursos, ni siquiera una computadora (...) Yo tendría 5 ó 6 años cuando mi papá, que estaba trabajando en ese momento en un puesto de diarios, me trajo un disquete del Windows 95 que le había quedado de un fascículo discontinuado, y yo empecé con eso, jugando y toqueteando en una computadora que armamos con restos de computadoras viejas, sin internet ni nada” (Jonathan W, entrevista virtual, febrero de 2021)

La familia de Jonathan W se mudó a Buenos Aires cuando él cumplió 13 años, poco después que su padre perdiera el trabajo que tenía en un puesto de diarios cercano a la Estación Lourdes, del Ferrocarril Urquiza. En ese momento, dice, *“descubrí internet y descubrí que no se usa sólo para los juegos, sino que se podía investigar y todo eso. Así que aproveché al máximo todo ese potencial y a los 15 años, más o menos, empecé a aprender a programar con Batch”*²³ de manera autodidacta (Jonathan W, entrevista virtual, febrero de 2021). Esa curiosidad, esa voluntad y esa potencialidad, sin embargo, no tuvieron un correlato en la experiencia que le dio su paso por una escuela secundaria con orientación en música; ya que, según nos dijo, le aportó *“cero conocimientos en tecnología”* (Jonathan W, entrevista virtual, febrero de 2021):

Ni siquiera se usaban pianos con sintetizadores. Creo que el único curso que hubo con algo de tecnología en los 5 años que estuve, fue uno en el que nos enseñaron cómo editar el sonido de las grabaciones, donde lo único que te explicaban era a regular el volumen y a bajarlo al final de una grabación, y a quitar el ruido. Eso fue lo máximo de tecnología que tuve. Yo en ese momento, a mis compañeros les programaba algunos ejercicios automatizados de música, también se me ocurrió una aplicación para marcar los tiempos que los profes marcaban con las manos o con los pies”. (Jonathan W, entrevista virtual, febrero de 2021)

La historia de Jonathan W refleja varias cuestiones de interés para el presente artículo, sobre todo tres que merecen ser resaltadas en función de las dimensiones socio-técnicas mencionadas anteriormente —esto es: subjetiva, intersubjetiva y tecnológica:

1. El impulso resolutivo de Jonathan W, asociado a la tecnología, coincide con la “agencia juvenil” que observó y destacó el *Informe sobre Desarrollo Humano para Mercosur* (PNUD, 2009), como un rasgo transversal de las generaciones más jóvenes para sobreponerse a las dificultades y aprender haciendo. Se ve reflejado en la detección del problema y en el riesgo que asumió al comprar el teclado numérico de su bolsillo, para después programarlo, probarlo y comparar el rendimiento con sus compañeros.
2. La verificación del amplio espectro aplicativo que tienen los saberes tecnosociales y cómo ese saber adquirido de manera informal, logra desarrollos y derivas impensados, impulsado por el “hambre de saber”, la curiosidad, la necesidad y el desprejuicio para combinar y recombinar artefactos. Pero también por la predisposición para “tomar atajos no convencionales” y dar lugar a “la innovación disciplinar”; en este caso, reprogramando las funciones de un teclado numérico de bajo costo y convirtiéndolo en una herramienta que facilita la clasificación de los productos de Mercado Libre. En ese sentido permite verificar que los saberes tecnosociales trascienden la llamada alfabetización digital —muchas veces asociada o reducida a los procesadores de textos, las planillas de cálculo o la navegación

²³ *Batch* son archivos de texto sin formato, guardados con la extensión *.bat, que contienen un conjunto de comandos DOS y que, cuando se ejecuta, permite automatizar tareas ejecutando los comandos contenidos de forma secuencial.

segura—, para abrirse a una lógica operativa que además de impactar en el mundo del trabajo, como en este caso, también puede hacerlo en otros ámbitos del mundo de la vida.

3. La escucha atenta de Arbusta para registrar una característica que por recurrente entienden que es generacional —*anche* de los jóvenes de los sectores populares—; a partir de lo cual se decide a generar un entorno amigable para que todos los *arbusters* hagan propuestas. Como ocurrió con Jonathan, porque más allá de su plausibilidad siempre terminan siendo buenas para la empresa.

3. Los Grobo

Los Grobo²⁴ es una empresa informacional del sector agropecuario que tiene una planta de empleados mayormente joven, pero con otra composición socioeconómica. Conocí sus detalles a través de la investigación sobre extractivismo informacional que coordinó Fernando Calderón en la Universidad Nacional de San Martín (Calderón *et al.*, 2018) y de la tesis doctoral de Alejandro Artopoulos (2015), donde analiza a la compañía como uno de los casos pioneros de Desarrollo Informacional en América Latina. Después de estudiarla y de mantener algunas entrevistas en Los Grobo con la Dirección de Relaciones Institucionales y el área de Gestión de Talentos, decidí integrarla a mi trabajo de campo como muestra de control. La idea era comparar los modelos de negocios, el vínculo con los empleados *millennials*; pero también a los propios *millennials*, ya que eran de la misma generación que la mayoría de los *arbusters* pero con otra procedencia social y geográfica, y otras trayectorias educativas. Durante el trabajo de campo que realicé en la Planta de Carlos Casares, donde se concentran todas las operaciones de negocios que realizan las más de treinta sucursales del Grupo (Centros de Servicio), comprobé que en todas las dependencias de Los Grobo habían tenido experiencias similares a las de Arbusta con Jonathan W y que, además, habían arribado a conclusiones muy similares. Razón por la cual ellos también decidieron estimular a los empleados *millennials*, pero a su modo:

A veces lanzamos concursos de innovación. El desafío es que si alguien tiene alguna mejora sobre algún proceso de los que realizan a diario, que lo sugieran. En un momento incluso se premiaron 5 proyectos y se implementaron las mejoras que propusieron (...) En lo que es incorporación de tecnología, hubo un área que sugirió no imprimir más comprobantes a los clientes ni enviárselos por correo postal. Fue una sugerencia de estos jóvenes [millennials]. Armamos una base de datos con correos electrónicos de los clientes y toda esa info ahora sale por mail. Ahorramos papel, tinta, plata, tiempo... son cosas así, básicas, que solo necesitaba que alguien se pusiera las pilas y lo hiciera y que, por un tiempo, lidiara con las personas que al principio siempre les cuesta adaptarse a los cambios. Para ellos, en cambio, no fue ningún impedimento ponerse a trabajar sin papeles. Es parte de su vida cotidiana. (María Cuesta, Relaciones Institucionales, Los Grobo, entrevista en la sede de Olivos, enero de 2019)

El propio Gustavo Grobocopatel, CEO y mentor de la empresa, entendió que para ser más eficientes y redituables debían hacer que la organización de la empresa fuera tan versátil como lo son ellos:

(...) la empresa hoy tiene mecanismos de adaptación a los millennials, y en general los cambios que promueven son bien recibidos porque ya es parte de la dinámica de la empresa. Por ejemplo, esta es

²⁴ Ver: <https://www.grupolosgrobo.com/>

una de las primeras empresas del sector [agropecuario] que no trabaja los sábados, que trabaja a tiempo deslocalizado y que incentiva el emprendedurismo. Eso ocurre porque es una empresa donde los millennials tienen un lugar y los valoramos. Yo particularmente los valoro mucho. Porque es gente que es más libre, que tiene una capacidad de pensar sin restricciones, que tiene un sistema de comunicación más directo. (Gustavo Grobocopatel, Los Grobo, entrevista en la sede CABA, febrero de 2019)

Por eso cuando María Cuesta explica el funcionamiento de la empresa, habla de los *millennials* como una parte importante de la dinámica productiva:

*Hay un área emblemática de la compañía que es la de Finanzas. Cuando hacemos visitas guiadas, a todos les llama la atención que sean muy jóvenes; pero son chicos que tienen mucho conocimiento para operar con el sistema que nosotros usamos. **Aunque no tengan un título ni una formación económica.** (...) En la mesa comercial también tenemos gente joven. La mesa comercial es la mesa de negocios, y acá en Carlos Casares centralizamos todas las operaciones de negocios que se realizan en las sucursales. En esa mesa comercial tenés: responsables de venta de insumos, de venta de semillas, gente que coordina el tema de la logística y los envíos. Esa gente que está en la mesa de operación es gente joven. Y en la administración operativa también, que son los que cargan las operaciones en esa mesa. **Esta gente trae un conocimiento autodidacta, porque son una generación muy autodidacta.** Pero también combinan esa experiencia con gente que en estas áreas sí tiene una formación, entonces ese intercambio entre ambas partes es lo que lo hace rico. (María Cuesta, Relaciones Institucionales, entrevista en la sede Olivos, enero de 2019)*

Las diferencias y similitudes entre los *arbusters* y los empleados *millennials* de Los Grobo, las desarrollo y analizo *in extenso* a lo largo de la tesis, pero en función de este artículo voy a reproducir dos características de los *arbusters* que fueron resaltadas por los propios socios de Arbusta, porque ayudan a comprender algunas cuestiones que pueden ser constitutivas de los jóvenes actuales, más allá de su procedencia social. La primera es previa a la creación de la empresa, cuando Federico Seineldin, a modo de prueba, realizó algunos ejercicios para comprobar el nivel de empatía y de habilidades que los jóvenes de los sectores populares tenían con las tecnologías. Allí advirtió

*que cuando les complicaba los ejercicios, paraban y se ponían a deliberar. Si uno se retrasaba, los otros paraban y lo asistían. El impulso era **resolver en forma colaborativa.** Eso me sorprendió porque yo vengo del mundo privado y en el mundo privado siempre te encontrás más o menos la misma gente, gente de clase media con un nivel educativo promedio alto, pero con valores y costumbres muy individuales. En el modo que piensan sus vidas, pero en lo más general también, en el modo que conciben el mundo; y no imaginan otras formas. Esto [los jóvenes de los sectores populares] era todo lo contrario. (Federico Seineldin, entrevista en Arbusta, agosto de 2018)*

La segunda corresponde a otro fragmento de la misma entrevista, donde Seineldin refiere el temple que, en su opinión, desarrollan los *arbusters* en sus lugares de origen y cómo pesa en su relación con el trabajo:

*Lo que nosotros vemos es básicamente que los millennials que están laburando en tecnología, son más bien de clase media y media-alta. Esos millennials, que son los que generalmente se miran y sobre los que se han escritos cientos de libros, son algo desprejuiciados, cambian de laburo constantemente y se van de mochilero a Europa. Pero esa es una foto de los millennials que son de clase media y media-alta. **Nuestros chicos***

*[millennials] no se van a Europa, cuidan su laburo como sea. No te digo que todos, pero hay como un agradecimiento a que tienen un laburo. Tienen una prepaga, pueden hacer una recorrida por todos los médicos que nunca fueron en su vida, (...) nosotros vemos que **estos pibes saben lo que es un quilombo de verdad, lo que es un conflicto de verdad, y lo que es una crisis de verdad. Entonces, además de saber el valor que tiene un trabajo, no se espantan por casi nada.*** (Federico Seineldín, Socio fundador, entrevista en Arbusta, agosto de 2018)

Por supuesto, estas y otras diferencias se podrían ampliar, ejemplificar y analizar detalladamente, pero a los fines de este artículo sirven —como primera aproximación— para advertir los contrastes y las diferencias axiológicas que se dan al interior de los *millennials*, como una generación mucho más heterogénea de lo que se suele considerar. Sin embargo, no podemos dejar de decir que también comparten muchas experiencias transversales y que la construcción y el dominio de una codificación cultural inter-comprensible, es un fenómeno socio-técnico global que produce valor, construye artefactos, genera grupos sociales relevantes y desencadena hechos políticos y culturales trascendentales (Bijker y Law, 1992).

4. El impulso resolutivo y la innovación como “agencia juvenil”

El impulso resolutivo —anche creativo— de Jonathan W, además de compartirlo con otros *arbusters*, coincide con lo que observé en el grupo focal de control que realicé en *Los Grobo*. A su vez, guarda una relación directa con la actitud que observamos en el relevamiento que llevamos adelante entre los ingresantes a la educación superior, durante la investigación de OISTE: “Implicancias y proyecciones de los saberes tecnosociales en la Educación Superior. Un estudio de los ingresantes a las universidades públicas de San Martín, José C. Paz y Pedagógica Nacional” (OISTE, 2020, 2021). Repasaré, pues, algunos ejemplos donde se refleja este mismo impulso, generalmente atribuido a los *millennials* por su vínculo temprano con la tecnología y por el modo en que se vieron empujados a resolver problemas nuevos, que no formaban parte del bagaje experiencial de los adultos.

En este primer ejemplo, similar al de Jonathan W, el *arbuster* Gonzalo J cuenta una situación cotidiana, donde se puede advertir el recurso tecnosocial y el impulso resolutivo para afrontar una situación dificultosa que se le presentó cuando le encargaron una tarea en Arbusta:

*(...) Lucía, que era la encargada del Proyecto Club La Nación, nos había enviado un Excel con las sucursales de YPF para que las carguemos, pero no teníamos las direcciones y lo quería para mañana. Se las pedimos, pero no las pasaba, así que yo **tomé una decisión**, porque estaba la razón social de cada sucursal y pensé que si vos buscás la razón social y la ubicás por el Google Maps, podía aparecer la dirección del lugar. Y sí, aparecían, así que empezamos a cargar con la razón social. Al día siguiente me llegó un mail de Lucía preguntando quién nos había pasado las direcciones de las sucursales. Y un poco me asusté porque era como “*ay mierda, habré hecho algo mal*”, pero fui y le expliqué: “no nos estabas proporcionando las direcciones, las sucursales eran como 500 y teníamos que cargarlas, así que **busqué una solución**”. Yo pensaba que iba a ser una cagada a pedos brutal, pero no. Después **me agradeció la decisión que tomé, porque tuve iniciativa** y porque lo **resolví** antes de que ella me pase las cosas, pero me dijo que en un futuro le avise porque yo no había tenido autorización para hacerlo y subirlo”. (Gonzalo, 23 años, entrevista en Arbusta, marzo de 2019)*

El impulso resolutivo de Gonzalo, que comparte con la mayoría de los *arbusters* y que entre ellos funciona —se podría decir— como un código de interlocución, no se limita al trabajo ni a necesidades personales, sino a resolver o inventar soluciones en un sentido amplio. Como si, motorizados por la curiosidad, pudieran ver a través de una lente que les permite encontrar fallas, necesidades que otros no ven, para después imaginar distintos tipos de soluciones.

Al ser tan curiosos siempre estamos encontrando apps por nuestros propios medios; aplicaciones de mensajería, para jugar fuera de la oficina (como la app del amigo invisible). Hace poco estábamos haciendo un torneo de golf [online], y como aprendí [a programar en] HTML, me puse con un compañero y le dije que estaría bueno crear una página para hacer un formulario. Me puse a trabajarlo, lo presentamos y fue un buen proyecto. Después de eso yo estuve creando un par de páginas para empresas. Los chicos también traen apps o proponen distintas formas de trabajar, para facilitar o mejorar las tareas (...) Todo eso nos da más flexibilidad y más dinamismo. Nos hace pensar de otra manera. (Wallpa, entrevista en Arbusta, enero de 2019)

Es bastante frecuente hablar de ideas que se te ocurren, y no solo de tecnología sino también de ideas para trabajar; como, por ejemplo, hacer una reunión diaria de quince minutos para hablar de cómo nos sentimos nosotros con el proyecto. Como la tecnología crece tan rápido, hay miles de ideas ya creadas y otras miles que se van transformando. (Wallpa, entrevista en Arbusta, enero de 2019)

Como se puede advertir, el impulso resolutivo abarca situaciones, metas y problemáticas cotidianas, pero también distintos tipos de necesidades y trastornos sociales que los desafían, los interpelan y los movilizan, aún cuando las condiciones, el entorno y los conocimientos de los que disponen no sean los más apropiados para la empresa que se proponen.

*(...) Ahora estoy trabajando en un proyecto mío personal, para hacer búsquedas de test case en una base de datos. Estoy en la etapa más global. Te lo explico. Ponele que vos tenés 50000 test case y querés buscar todos los que dicen “usuario”; bueno vos, a través del filtro que estoy incluyendo, vas a poder realizar esa consulta y vas a poder seleccionar diferentes tipos de test case, los que vos quieras, sólo con el botón de agregar, y listo, ya los tenés agregado ahí. O sea, estoy trabajando en ese proceso, con Excel y hojas de cálculos que, como te dije anteriormente, a mí me gusta mucho. Sé que lo voy a poder lograr, porque ya está en una etapa avanzada, pero empecé con nada, sin saber cómo hacerlo. Por eso **me puse a investigar**, porque trabajar con macros para mí era bastante difícil y no lo sabía utilizar. Se lo dije a mi líder, y me dijo que tenía mucha imaginación, pero que nada de eso podíamos hacerlo acá por ahora, porque nadie tiene conocimientos suficientes de macros. Y yo le dije “yo **lo voy a lograr**”.* (Gonzalo, 23 años, entrevista en Arbusta, marzo de 2019)

Este segundo fragmento de Gonzalo, revela que la afición por resolver, arreglar e inventar, es un motor que lleva a “investigar” y “querer aprender” lo que no se sabe y hace falta aprender para los fines que persiguen. En el fragmento que transcribimos a continuación, veremos que para el *arbuster* Miguel ese impulso se extiende a los elementos que forman parte del *hardware* y que no se limita al mundo digital, como se suele creer. Veremos, a su vez, que no se trata de una rareza sino de un emergente lógico, relativo a la circulación y la apropiación de un entorno tecnológico que los acompaña de diversas maneras en distintos momentos de sus vidas, y que en el sector social de los *arbusters* suele incluir a los *cibers* (Finkelievich, 2007), a los celulares (Proenza, 2012; Benítez Larghi, *et al.*, 2012; Peirone *et al.*, 2020), y a las políticas públicas que

compensan algunas desigualdades, como por ejemplo Conectar Igualdad (Lemus *et al.*, 2014; CIECTI, 2016; Benitez Larghi *et al.*, 2017; Lemus, 2017).

*(...) entrar a Facebook o ver videos de Youtube, ese fue el contacto que más tenía con la tecnología en general (...) Siempre me gustaron las compus. Cuando era chico estaban los cibernets y me juntaba con un amigo a jugar al "Counter Strike" y ahí **quise aprender un poco más**. Después, a mí en la secundaria, ya casi terminando, me dieron la compu de "Conectar Igualdad". La usábamos para **investigar** cosas; por ahí también recibíamos los mails con los trabajos que nos mandaban los profesores, hasta que un día dejó de funcionar y no la usé más, pero gracias a eso nació **mi interés por arreglar compus**. (Miguel, 23 años, entrevista en Arbusta, enero de 2019)^{25,26}*

Por supuesto, nada de esto pasa desapercibido para la empresa, que registra y estimula ese impulso.

*[Los arbusters] es gente que en otros trabajos es normal que rechacen, pero acá funcionan. Para mí es porque son personas que tienen el impulso de querer mejorar y como que agarran las herramientas que se les da y trabajan. No la rechazan ni dicen que no sirve sino que lo toman como una oportunidad para cuidar el trabajo. **Tampoco se quedan con lo que le dieron y vieron que no funciona, siempre están buscando y alimentando otras posibilidades**. (Sofía A, Staffing de Arbusta, 28 años, entrevista en Arbusta, enero de 2019)*

*(...) El millennial siempre tiene ganas, vive con eso. **El millennial con ganas quiere cambiar el mundo, y quiere cambiar el mundo que tiene a su alcance. Y hoy, estos pibes lo que tienen a su alcance es Arbusta, porque trabajan acá. Nosotros les damos ese espacio**. Por ahí en otra empresa no lo tenés, no sabés a quién decírselo. Acá el CEO camina por los mismos lugares que caminan todos los demás. No está separado. Están todos sentados iguales, todos usamos vestimenta relajada, y todos tenemos un lenguaje similar. Tratamos de sostener una idea. Y eso permite que la persona se sienta habilitada para plantear mejoras. Y los pibes las plantean. No sé, para que te des una idea, gran parte de los cambios que hice para el funcionamiento que tiene hoy la oficina nueva, fueron de las cosas que yo escuché de los pibes. (Di Vincenzo, Coordinador de Operaciones, entrevista en Arbusta, enero de 2019)*

Pero también como modo de asistencia y colaboración en el marco de la misión y la responsabilidad social de la empresa:

*Lo que nosotros miramos es el perfil que busca Arbusta, que es algo que tenemos más definido; dónde vive, con quiénes vive, si hay una necesidad puntual de que este joven trabaje. Si, por ejemplo, es un joven que está en el 4° año de una carrera universitaria, no es para Arbusta porque tiene otras herramientas para poder conseguirse un trabajo formal. Hacemos a la inversa de cualquier otra empresa. Nosotros **queremos jóvenes que les faltan oportunidades**, tanto en el mundo de las empresas como de la sociedad. Es a nivel general. (Noelia R, arbuster a cargo de Capital Humano de Arbusta, entrevista en Arbusta, enero de 2019)*

²⁵ Antes de Conectar Igualdad, los cibercafés o locutorios constituyeron la principal vía de acceso de los jóvenes de los sectores populares a internet, la tecnosociabilidad y el desarrollo de distinto tipo de saberes tecnológicos (Finquelievich y Prince, 2007; Benítez Larghi *et al.*, 2012:39; Ponce de Leon *et al.*, 2012; Fontecoba *et al.*, 2012)

²⁶ Miguel nació en el interior de la Provincia de Chaco y en el año 2001 se radicó con su familia en la Villa Itatí, del partido de Quilmes, Pcia. de Buenos Aires. En su familia son ocho: él, sus padres y cinco hermanas.

En Arbusta hacemos, lo que llamamos, una “discriminación positiva”. Si nosotros detectamos que una persona puede llegar al mercado por sus propios medios, no la consideramos para aplicar en nuestras posiciones, porque va a llegar. Cuando le preguntás dónde vivís y te dice, “en Palermo”. Y después le preguntás “¿tú viejo qué hace?” Y te dice: “Es médico y mi vieja trabaja en una oficina”. “¿Y qué estudias?” “Estudio ingeniería en informática en la Universidad Austral”. A vos te va a contratar IBM, quedate tranquilo. Lo vas a lograr. Pero si te dice que vive en la [villa] 31, que el viejo es herrero, la vieja es ama de casa, que tiene 5 hermanos y no estudia. A ese, vos sabés que no lo va a contratar IBM. Bueno, entonces, vos vení, vení con nosotros. Cuando vos salgás de Arbusta, entonces a IBM no le va a importar si estudiaste o no estudiaste, le va a importar la experiencia, que hoy en día vale mucho. (Di Vincenzo, Coordinador de Operaciones, entrevista en Arbusta, enero de 2019)

Ahora vamos a ver cómo este mismo impulso se ve reflejado en distintos pasajes de los grupos focales que realizamos en *Los Grobo*, con empleados *millennials* pertenecientes a otras realidades. Veremos, además, el modo en que estos jóvenes, al igual que los *arbusters*, asocian lo que saben hacer y la “facilidad” que tienen para buscar soluciones, al vínculo temprano que tienen con la tecnología, y cómo contrastan esa situación con la experiencia que tuvo la generación de sus padres:

*(...) lo que veo es que a la gente más grande le cuesta más... Nosotros, ponele, si tenemos que hacer algo en Excel y a la primera no te sale, lo googleás o **buscás la solución** en Youtube; no te estancás en ese “no me sale”. Y si te fijás, a menor edad, más proactivos son para independizarse y **buscar soluciones** por su cuenta. (Fragmento de Grupo focal con EM de Los Grobo, Carlos Casares, enero de 2019)*

*(...) yo creo que tenemos más curiosidad [que los adultos]. Te sale un tema y **querés saber más e investigar**. Con internet hoy en día es facilísimo investigar cualquier tema. Por ahí eso no lo veo en las generaciones más grandes, que si tienen esa curiosidad esperan que les llegue la solución y no van a buscarla. No salen a buscar cosas nuevas, se quedan con lo que saben. (Fragmento de Grupo focal con EM de Los Grobo, Carlos Casares, enero de 2019)*

*(...) el salto de mi generación con la de mi viejo, fue un salto tremendo. Alguien que tiene 45 [años] no tuvo una computadora desde los 8 o 10 años como nosotros. [Refiriéndose a sí mismo:] En las computadoras viejas tenías acceso al “Encarta” y **chusmeabas y aprendías**. Te nutrías de muchas cosas que no sé si antes eran tan accesibles o si había tanto contenido interactivo, porque antes era sentarte a leer un libro. Era más tedioso. [Hoy] Podés pasar más horas aprendiendo viendo un video que leyendo un libro. (Fragmento de Grupo focal con EM de Los Grobo, Carlos Casares, enero de 2019)*

(...) mi hermana tiene 7 años y me manda WhatsApp todo el día, usa Instagram todo el tiempo. Con la misma habilidad que yo. No tiene ninguna dificultad, salvo en leer o escribir porque recién está empezando, pero cuando sepa bien va a usarlo igual que yo, que él o que cualquiera de nosotros. A mi mamá le costó más aprender que a mí y que a mi hermana que creció con eso ya incorporado. (Fragmento de Grupo focal con EM de Los Grobo, Carlos Casares, enero de 2019)

—(...) es todo tan común en tecnología para nosotros, que no te das cuenta si sos bueno en algo.

—Yo creo que somos buenos en todo.

—Es difícil destacarte. Ya estás tan nutrido con la tecnología que capáz no vas a hacer la diferencia porque

como él dice, somos buenos en todo.

—*Al ser tantos los que sabemos hacer todo es más difícil destacarse.*

—*Yo creo que lo que sé hacer yo, también lo sabe hacer él y él y cualquier otro de nuestra edad.*

—*Y si no lo sabés, lo aprendés por medio de un video. Por eso es que no sentís la limitación de decir “esto no lo sé hacer”, es cuestión de mirar un tutorial en Youtube y ya lo sabés.*

—*Vos podés decir “soy bueno en tal cosa” y yo en un día puedo ser igual de bueno. Le pregunto cómo lo hace, lo copio y listo.* (Intercambio en el Grupo focal con EM de Los Grobo, Carlos Casares, enero de 2019)

Lo que acabamos de ver en estos testimonios de los empleados *millennials* de Arbusta y Los Grobo, es algo que también vimos entre los ingresantes a las universidades públicas de diferentes carreras (OISTE, 2020, 2021; Peirone *et al.*, 2020). El impulso para resolver problemas, la manera en que afrontan las dificultades, y la idea de que “*lo que sé hacer yo, también lo sabe hacer él y él y cualquier otro de nuestra edad*” es algo que tienen internalizado y asumido como un recurso común.

5. Breve final

El modo en que los jóvenes de Arbusta y de Los Grobo refieren el conjunto de experiencias personales, culturales y tecnosociales que fuimos recorriendo a los largo de este artículo, revelan un proceso cognitivo común que funciona como un código de interlocución que les permitió: 1] pedir y ofrecer ayuda cada vez que les hizo falta (cultura colaborativa), y no sólo para cuestiones tecnológicas sino también para situaciones analógicas y cotidianas de las más diversas; 2] sentirse acompañados mientras transitaban procesos de subjetivación e inter-subjetivación que ya no estaban encabalgados en la racionalidad moderna, sino en la de un nuevo orden social que se instituía con ellos. Hoy, ese capital cultural heterodoxo, se ha convertido en una potencia informacional que es transversal a los *millennials* y los *centennials* de todos los estratos sociales; y que se demanda y aplica en todos los campos disciplinares y en todos los procesos productivos —anche políticos y culturales. La paradoja y el desafío es que, a pesar de su relevancia cognitiva y aplicada, todavía transcurre y se desarrolla al margen de las instituciones y fundamentalmente del sistema educativo; pero no del mercado.

6. Bibliografía

Artopoulos, A. (2015). “Desarrollo Informacional en América Latina. Casos de Pioneros de Buenos Aires (1980-2014)”, Barcelona, Universitat Oberta de Catalunya, Doctorado en Sociedad de la Información y el Conocimiento. Recuperado de: <https://www.uoc.edu/portal/es/escola-doctorat/aparador-tesis/tesis-doctorals/information-knowledge-society/Alejandro-Artopoulos.html>

Baricco, A. (2008). *Los bárbaros. Ensayo sobre la mutación*. Barcelona, España: Ed. Anagrama

- Baricco, A. (2019), *The Game*. Barcelona, España: Ed. Anagrama
- Baudelaire, C. (2008 [1863]). *El pintor de la vida moderna*, ed. bilingüe, trad. de Julio Baquero Cruz y Silvia Acierno. Madrid, España: Cuadernos de Langre.
- Benitez Larghi, S.; Aguerre, C.; Calamari, M.; Fontecoba, A.; Moguillansky, M. y Ponce de León, J. (2011). “De brechas, pobrezas y apropiaciones. Juventud, sectores populares y TIC en la Argentina”, *Revista Versión* N° 8, Universidad Autónoma Metropolitana, México DF. Recuperado de: https://www.academia.edu/3179338/De_brechas_pobrezas_y_apropiaciones_Juventudes_sectores_populares_y_TIC_en_la_Argentina?email_work_card=view-paper
- Benitez Larghi, S.; Aguerre, C.; Calamari, M.; Fontecoba, A.; Moguillansky, M.; Orchueta, J. y Ponce de León, J. (2012). “La apropiación del acceso a computadoras e Internet por parte de jóvenes de sectores populares urbanos en la Argentina”, en PROENZA, Francisco (2012), *Tecnología y cambio social: El impacto del acceso público a las computadoras e internet en Argentina, Chile y Perú*. Lima: IDRC-CRDI; IEP
- Benitez Larghi, S.; Moguillansky, M.; Lemus, M.; Welschinger, N. (2013a), “TIC, clase social y género. La constitución de desigualdades sociales y digitales en las juventudes argentinas”. X Jornadas de sociología de la UBA. Buenos Aires, Julio de 2013. Recuperado de: https://www.academia.edu/18926466/TIC_clase_social_y_g%C3%A9nero_La_constituci%C3%B3n_de_desigualdades_sociales_y_digitales_en_las_juventudes_argentinas?email_work_card=title
- Benitez Larghi, S.; Aguerre, C.; Calamari, M.; Fontecoba, A.; Moguillansky, M.; Orchueta, J. y Ponce de León, J. (2013b). “TIC, sectores populares y juventud”. *Revista: Hipertextos. Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate*. Buenos Aires; Año: 2013 vol. 01 p. 163-1180. Recupeado de: <http://revistahipertextos.org/wp-content/uploads/2013/10/6.-Benitez-Larghi.pdf>
- Calderon, F. (2003a). (Coord.) *¿Es sostenible la globalización en América Latina? Debates con Manuel Castells*. Vol I, Santiago de Chile: PNUD-Fondo de Cultura Económica
- Calderon, F. (2003b). (Coord.) *¿Es sostenible la globalización en América Latina? Debates con Manuel Castells*. Vol. II, Santiago de Chile: PNUD-Fondo de Cultura Económica
- Calderon, F. y Szmukler, A. (2014). “Los jóvenes en Chile, México y Brasil. Disculpe las molestias, estamos cambiando el país”, Barcelona, *Revista Vanguardia*. Dossier n° 50
- Calderon, F. (2018). (Comp.), *Navegar contra el viento. América Latina en la información*, San Martín, UNSAM Edita
- CIECTI (2016), “Impacto de las nuevas tecnologías en la educación. Flujos de conocimientos, tecnologías digitales y actores sociales en la educación secundaria. Un análisis socio-técnico de las capas del Plan Conectar Igualdad”, Buenos Aires, CIECTI, UM y UNLP. Recuperado de: <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2016/10/CIECTI-Proyecto-UM-UNLP.pdf>
- Cobo, C.I y Rivera, P. (2018), “Plan Ceibal en Uruguay: una política pública que conecta inclusión e innovación”, en *Políticas Públicas para la Equidad Social*. Cap. 1. Universidad de Santiago de Chile: Colección Políticas Pública. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329058000_Plan_Ceibal_en_Uruguay_una_politica_publica_que_conecta_inclusion_e_innovacion
- Finquelievich, S. y Prince, A. (2007), *El (involuntario) rol social de los cibercafés*. Buenos Aires: Edit. Dunken. Recuperado de: https://www.academia.edu/225728/El_involuntario_rol_social_de_los_cibercafes
- Fontecoba, A.; Aguerre, C.; Benitez Larghi, S.; Calamari, M.; Gaztañaga, M.; Moguillansky, Marina; Orchueta, J.; Ponce de León, J. (2012). “La apropiación de las TIC por jóvenes de sectores populares

urbanos en espacios de acceso público”. Buenos Aires, Argentina. Conference: Second ISA Forum of Sociology 2012. Recuperado de: https://www.academia.edu/19560368/Tic_juventud_y_desarrollo_La_apropiacion_de_la_computadora_e_internet_por_jvenes_de_sectores_populares_en_Argentina?email_work_card=title

García Canclini, N. (2001). “Definiciones en transición”, en Mato, Daniel y Fermín, Alejandro (Comps.) (2007), *Cultura y transformaciones sociales en tiempos de globalización*, Buenos Aires, Clacso, DOI: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20100912035750/5canclini.pdf>

García Canclini, N. (2007). *Lectores, espectadores e internautas*, Barcelona, Ed. Gedisa

García Canclini, N. (2008). “Los jóvenes no se ven como el futuro: ¿serán el presente?”, *Pensamiento iberoamericano* N° 3, págs. 3-16, México, UNAM. DOI: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2781551.pdf>

García Canclini, N. (2012a), *Cultura y desarrollo: una visión crítica sobre los jóvenes*, Buenos Aires, Ed. Paidós

García Canclini, N.; Cruces, F. y Urteaga, M. (Comps.) (2012b), *Jóvenes, culturas urbanas y redes digitales. Prácticas emergentes en las artes, las editoriales y la música*, Madrid, España: Ed. Ariel - UNAM - Fundación Telefónica. Recuperado de: http://www.articaonline.com/wp-content/uploads/2011/07/jovenes_culturas_urbanas_completo.pdf

García Canclini, N.; y Piedras, E. (2013). *Jóvenes creativos. Estrategias y redes culturales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: Juan Pablos Editor

García Canclini, N.; y Piedras, E. (2014a), “Nuevos modelos creativos desarrollados por jóvenes”, *Revista Observatorio cultural* N° 19, Santiago de Chile

García Canclini, N.; y Piedras, E. (2014b), “Jóvenes, ¿techsetters, emprendedores o creativos?”, *Estudios de Comunicación y Política* N. 34, septiembre-octubre 2014, ISSN 2007-5758, UNAM, DF, DOI: <http://version.xoc.uam.mx>

García Canclini, N.; y Piedras, E. (2014c), *El mundo entero como lugar extraño*, Buenos Aires, Ed. Gedisa

García Canclini, N.; y Piedras, E. (2020), *Ciudadanos reemplazados por algoritmos*, Maria Sibylla Merian Center (CALAS), Alemania, Bielefeld University Press. Recuperado de: http://www.calas.lat/sites/default/files/garcia_canclini.ciudadanos_reemplazados_por_algoritmos.pdf

Lago Martínez, S. (2018). *Acerca de la apropiación de tecnologías: teoría, estudios y debates*. Buenos Aires, República Argentina: Ediciones Del Gato Gris, IIGG, Red de Investigadores sobre Apropiación de Tecnologías. Recuperado de: https://www.academia.edu/46918367/Uso_apropiacion_de_tecnologias_teor%C3%ADa_y_estudios_y_debates

Lemus, M.; Benitez Larghi, S.; y Welschinger, N. (2014), “La apropiación en tensión. Los usos de la computadora e Internet al interior de familias de sectores populares beneficiarias del Programa Conectar Igualdad (PCI) en la Argentina. VIII Jornadas de Sociología de la UNLP, Ensenada, 3 a 5 de diciembre de 2014. Recuperado de: https://www.academia.edu/18927547/La_apropiacion_en_tension_Los_usos_de_la_computadora_e_Internet_al_interior_de_familias_de_sectores_populares_beneficiarias_del_Programa_Conectar_Igualdad_PCI_en_la_Argentina?email_work_card=title

Lemus, M.; Benitez Larghi, S.; y Welschinger, N. (2017), “De accesos e igualaciones: apropiación de por jóvenes en el marco del Programa Conectar Igualdad”, en *Ciencia, Docencia, Tecnología* Vol. 28 – N° 54, pp. 150-187. Universidad Nacional de Entre Ríos | Concepción del Uruguay, Entre Ríos,

Argentina. Recuperado de:
https://www.academia.edu/33390899/De_accesos_e_igualaciones_apropiaci%C3%B3n_de_tic_por_j%C3%B3venes_en_el_marco_del_Programa_Conectar_Igualdad?email_work_card=title

March, C. y Vulcano, A. (2020), *La potencia del talento no mirado: la experiencia de Arbusta, una empresa latinoamericana de tecnología*. Buenos Aires, Argentina: TEMAS Grupo Editorial SRL

Morozov, E. (2016), *La locura del solucionismo tecnológico*, Capital Intelectual, Buenos Aires

OISTE (2020), “Implicancias y proyecciones de los saberes tecnosociales en la Educación Superior. Un estudio de los ingresantes a las universidades públicas de San Martín, José C. Paz y Pedagógica Nacional”. Primera parte.

OISTE (2021), “Implicancias y proyecciones de los saberes tecnosociales en la Educación Superior. Un estudio de los ingresantes a las universidades públicas de San Martín, José C. Paz y Pedagógica Nacional”. Segunda parte.

Peirone, F. (2012), *Mundo extenso. Ensayo sobre la mutación política global*, Buenos Aires, Ed. Fondo de Cultura Económica

Peirone, F. (2014a), “Figuraciones del saber juvenil. Un análisis del desencuentro entre los jóvenes y la cultura”, Buenos Aires, Le Monde Diplomatique N° 180

Peirone, F. (2014b). “La potencia decadente. Un análisis proyectivo de la agonía institucional moderna”. Ponencia en la *I Jornadas de Psicología Institucional Cátedra II “Interrogando el campo institucional”*, CABA, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Buenos Aires. Recuperado de:
https://www.academia.edu/11456835/La_potencia_decadente._Un_an%C3%A1lisis_proyectivo_de_la_agon%C3%ADa_institucional_moderna

Peirone, F. (2015), “Desafectación, audacia y diversión. La cultura juvenil actual, el gran desafío de la escuela del siglo XXI”, Buenos Aires. Recuperado de:
https://www.academia.edu/11827463/Desafectaci%C3%B3n_audacia_y_diversi%C3%B3n._La_cultura_juvenil_actual_el_gran_desaf%C3%ADo_de_la_escuela_del_siglo_XXI

Peirone, F. y Fernández, E.; Herrera, A. L., Martínez, M.; Urresti, M. (2016), “El saber juvenil y sus aplicaciones en el campo educativo”, Informe de investigación del Programa de Saber Juvenil Aplicado, UNSAM – Mayo de 2016. San Martín, Pcia. de Buenos Aires, República Argentina

Peirone, F. y Fernández, E.; Herrera, A. L., Martínez, M.; Urresti, M. (2018), “Los saberes tecnosociales. Un problema de/para la teoría social”, Santiago de Chile, Grupo Teoría Social y Realidad Latinoamericana (CLACSO). Recuperado de: <https://bit.ly/3vVdDFg>

Peirone, F. y Fernández, E.; Herrera, A. L., Martínez, M.; Urresti, M. (2019a), “El saber tecnológico. De saber experto a experiencia social”, Revista VESC N° 18, Univ. Nac. de Córdoba, Córdoba, pp. 66-80. DOI: <https://bit.ly/3nIeAgA>

Peirone, F., Bordignon, F. y Dughera, L. (2019b), “Saberes tecnosociales emergentes. Hacia una propuesta de estudio”, en *El futuro ya no es lo que era*, FINQUELIEVICH, Susana [et al.], Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Teseo Press, Instituto de Investigación Gino Germani-UBA. Recuperado de: <https://bit.ly/2Z9twGk>

Peirone, F., Bordignon, F., Daza, D.; Di Prospero, C.; y Dughera, L. (2020), “Exploración de las estrategias de aprendizaje tecnosocial entre los y las jóvenes ingresantes a la educación superior. El caso UNIPE - UNPAZ – UNSAM”, en *Rev. Propuesta Educativa*, 29(53), pp. 9 a 24. Flacso, Argentina. Recuperado de: <http://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2020/08/BordignonyOtros-PropuestaEducativa53.pdf>

Piketty, T. (2015), *El capital en el siglo XXI*, México, FCE

PNUD (2009), *Innovar para incluir: jóvenes y desarrollo humano. Informe sobre Desarrollo Humano para Mercosur 2009-2010*. Buenos Aires: Libros del Zorzal. DOI: http://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/RHDR_Mercosur_2009_ES.pdf

PNUD (2021), *Informe Regional de Desarrollo Humano 2021. Atrapados: alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Nueva York, Estados Unidos: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/irdh2021/undp-rblac-IRDH-PNUD-ES.pdf>

Ponce de León, J.; Benitez Larghi, S.; Aguerre, C.; Fontecoba, A.; Moguillansky, M. (2013), “La apropiación juvenil de las TIC. El contraste entre usuarios hogareños y usuarios de cibercafé”. *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas*, Año 5 - N° 7, abril de 2013; pp. 171-182. Publicación de la Asociación Latinoamericana de Sociología (ALAS). México. Recuperado de: https://www.academia.edu/26376298/La_apropiacion_juvenil_de_las_TIC_El_contraste_entre_usuarios_hogarenos_y_usuarios_de_cibercafe?email_work_card=title

Proenza, F. (2012), *Tecnología y cambio social: El impacto del acceso público a las computadoras e internet en Argentina, Chile y Perú*. Lima: IDRC-CRDI; IEP. Recuperado de: https://www.academia.edu/26383974/La_apropiacion_del_acceso_a_computadoras_e_Internet_por_parte_de_jovenes_de_sectores_populares_urbanos_en_la_Argentina?email_work_card=vi-ew-paper

Rivoir, A. (Coord.) (2013), *Plan Ceibal e Inclusión Social Perspectivas interdisciplinarias*. Plan Ceibal/Udelar. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: https://www.academia.edu/6479518/Plan_Ceibal_e_Inclusion_Social_Perspectivas_interdisciplinarias

Semán, P. y Vila, P. (2008), “Del estado del arte sobre la juventud a los campos de posibilidad de los jóvenes contemporáneos”, Buenos Aires, Documento preliminar IDH Mercosur. PNUD (2009), *Innovar para incluir: jóvenes y desarrollo humano. Informe sobre Desarrollo Humano para Mercosur 2009-2010*. Buenos Aires: Libros del Zorzal

Serres, M. (2013), *Pulgarcita. El mundo cambió tanto que los jóvenes deben reinventar todo*, Buenos Aires, Ed. Fondo de Cultura Económica

De la ingeniería heterogénea a las transiciones sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT)

Matthieu Hubert¹ y Dominique Vinck²

Recibido: 18/08/2021; Aceptado: 23/12/2021

Cómo citar: Hubert, M. & Vinck, D. (2022). De la ingeniería heterogénea a las transiciones sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT) *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 121-144. <https://doi.org/10.24215/23143924e051>

Resumen. Mientras algunos enfoques CTS como la teoría del actor-red han sido criticados por su incapacidad para producir mecanismos explicativos de las transiciones sociotécnicas (Geels, 2007), el artículo muestra que dicha teoría permite dar cuenta de una transición sociotécnica completa, desde el diseño de hojas de rutas para los laboratorios de I+D hasta la difusión de nuevos dispositivos técnicos en la sociedad, sin renunciar a “seguir los actores” (Latour, 2006) y sus prácticas concretas y situadas. Para eso, analizamos las Micro y Nano Tecnologías (MNT) como un caso de transición y movilizamos el concepto de “ingeniería heterogénea” (Law, 1989) para explicar la capacidad de transformación social de las prácticas tecnocientíficas en varios sitios claves de dicha transición: comités internacionales donde prioridades tecnológicas y hojas de ruta se definen; laboratorios donde se inventan y diseñan nuevos dispositivos técnicos; plataformas de experimentación y transferencia de tecnología hacia la industria; grandes programas de investigación y desarrollo donde académicos e industriales imaginan los usos de esos nuevos artefactos y dan forma a nuevas infraestructuras sociotécnicas. La articulación de esos distintos estudios de casos da algunas pistas para dar cuenta de los procesos de transición hacia la producción y el uso de las MNT, su difusión masiva en las sociedades contemporáneas y sus posibles impactos en términos de vigilancia digital y control social.

Palabras clave: innovación, tecnociencia, transición, ingeniería heterogénea, nanotecnología.

¹ Investigador adjunto del CONICET y miembro del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Humanas (LICH) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Ha publicado entre otros: *Nanotechnologies : l'invisible révolution. Au-delà des idées reçues* (con D. Vinck), Paris, Editions Le Cavalier Bleu. Contacto: mhubert@unsam.edu.ar

² Profesor titular de la Universidad de Lausanne, Suiza, Instituto de Ciencias Sociales, STS Lab. También es director de la *Revue d'anthropologie des connaissances*. Ha publicado entre otros: *Engenheiros no Cotidiano. Etnografia da Atividade de Projeto e Inovação*, Fabrefactum Editora, Belo Horizonte (Brasil), 2013; *Ciencias y sociedad. Sociología del trabajo científico*, Barcelona, Ed. Gedisa (2014); *Critical studies of innovation: Alternative approaches to the pro-innovation bias* (con B. Godin), Cheltenham, Edward Elgar (2017); *Humanidades digitales: la cultura frente a las nuevas tecnologías*, Gedisa, Barcelona (2018); *Staging Collaborative Design and Innovation: An Action-Oriented Participatory Approach* (con C. Clausen, S. Petersen & J. Dorland), Cheltenham, Edward Elgar (2020); *Handbook on Alternative Theories of Innovation* (con B. Godin & G. Gaglio), Cheltenham, Edward Elgar (2021); *Faire sans, faire avec moins. Les nouveaux horizons de l'innovation* (con F. Goulet), Paris, Presses des Mines. Contacto: Dominique.Vinck@unil.ch

De la ingeniería heterogénea a las transiciones sociotécnicas: el caso de las Micro y Nano Tecnologías (MNT)

Sumario. 1. Introducción. 2. La noción de ingeniería heterogénea. 3. Ingeniería heterogénea de orientaciones tecnológicas: las hojas de ruta. 4. Ingeniería heterogénea de dispositivos técnicos: las transferencias de tecnología. 5. Ingeniería heterogénea de organizaciones de I+D: las plataformas tecnológicas. 6. Ingeniería heterogénea de problemas y soluciones tecnológicas: los programas colaborativos. 7. Ingeniería heterogénea de infraestructuras sociotécnicas: las ciudades inteligentes (*smart city*). 8. Conclusión.

From heterogeneous engineering to sociotechnical transitions: the case of Micro and Nano Technologies (MNT)

Abstract. While some STS approaches such as actor-network theory have been criticised for their inability to produce explanatory mechanisms for socio-technical transitions (Geels, 2007), the article shows that such theory allows us to account for a complete socio-technical transition, from the design of roadmaps for R&D laboratories to the diffusion of new technical devices in society, without renouncing to “follow the actors” (Latour, 2006) and their concrete and situated practices. To this end, we analyse Micro and Nano Technologies (MNT) as a case of transition and mobilise the concept of “heterogeneous engineering” (Law, 1989) to explain the capacity for social transformation of technoscientific practices at several key sites of this transition: international committees where technological priorities and roadmaps are defined; laboratories where new technical devices are invented and designed; platforms for experimentation and technology transfer to industry; large research and development programmes where academics and industrialists imagine the uses of these new artefacts and shape new socio-technical infrastructures. The articulation of these different case studies provides some clues to account for the transition processes towards the production and use of MNTs, their massive diffusion in contemporary societies and their possible impacts in terms of digital surveillance and social control.

Keywords: innovation, technoscience, transition, heterogeneous engineering, nanotechnology.

Da engenharia heterogénea às transições sócio-técnicas: o caso das Micro e Nano Tecnologias (MNT)

Resumo. Embora algumas abordagens STS como a teoria actor-rede tenham sido criticadas pela sua incapacidade de produzir mecanismos explicativos das transições sócio-técnicas (Geels, 2007), o artigo mostra que tal teoria nos permite dar conta de uma transição sócio-técnica completa, desde a concepção de roteiros para laboratórios de I&D até à difusão de novos dispositivos técnicos na sociedade, sem renunciar a “seguir os actores” (Latour, 2006) e as suas práticas concretas e situadas. Para tal, analisamos as Micro e Nano Tecnologias (MNT) como um caso de transição e mobilizamos o conceito de “engenharia heterogénea” (Law, 1989) para explicar a capacidade de transformação social das práticas tecnocientíficas em vários locais-chave desta transição: comités internacionais onde são definidas prioridades tecnológicas e roteiros; laboratórios onde são inventados e concebidos novos dispositivos técnicos; plataformas de experimentação e transferência de tecnologia para a indústria; grandes programas de investigação e desenvolvimento onde académicos e industriais imaginam as utilizações destes novos artefactos e dão forma a novas infra-estruturas sócio-técnicas. A articulação destes diferentes estudos de caso fornece algumas pistas para explicar os processos de transição para a produção e uso de MNT, sua difusão massiva nas sociedades contemporâneas e seus possíveis impactos em termos de vigilância digital e controle social.

Palavras-chave: inovação, tecnociência, transição, engenharia heterogénea, nanotecnologia.

1. Introducción

La expresión “internet de las cosas” refiere a la extensión de internet más allá de las computadoras y los terminales móviles (Greengard, 2015). Esta ampliación de las redes informáticas es posible gracias al rápido desarrollo de microchips cada vez más potentes, a precios mucho más bajos. Así, los sensores podrían proporcionar información a distancia sobre diferentes entornos materiales (la temperatura de la casa, el número de trabajadores en un taller, etc.); los actuadores podrían controlar a distancia diferentes dispositivos materiales (la calefacción, el contador de electricidad, la heladera, etc.). Esa difusión masiva de microchips capaces de interactuar a distancia aumenta drásticamente la capacidad de coleccionar e intercambiar datos personales. Como resultado, el estilo de vida y el comportamiento de cada ciudadano se está convirtiendo en algo completamente rastreable, posiblemente sin el conocimiento de las personas afectadas. Cada vez es más difícil garantizar el anonimato de los individuos en sus movimientos y actividades (lo que consumen, cómo se visten, los tratamientos médicos que utilizan, etcétera).

Aunque las preocupaciones que plantean las Micro y Nano Tecnologías³ (MNT) no son fundamentalmente nuevas, adquieren una dimensión totalmente nueva debido a su tamaño. Por sus propiedades de miniaturización, invisibilidad y ubicuidad, las MNT permiten la proliferación de dispositivos invisibles que podrían facilitar el control social sistemático de los ciudadanos (Vinck y Hubert, 2017). Desde principios de la década de 2000, académicos y agencias de regulación han advertido de los riesgos que suponen para el respeto de las libertades individuales. Por su capacidad de producción y emisión de datos sobre los usuarios, esas tecnologías plantean serios interrogantes sobre el control social de las personas por parte de otras personas, de las empresas o de los Estados (Zuboff, 2019): ¿cómo garantizar la protección de los datos personales? ¿Cómo se puede regular el tiempo de conservación de la información o la seguridad de los datos almacenados? ¿Qué mecanismos de información deberían establecerse en relación con los derechos individuales y colectivos de los usuarios (por ejemplo, para desactivar los dispositivos incorporados a los productos o para borrar la información registrada)?

Ante estos retos, los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS) deben desarrollar marcos analíticos que permitan comprender los procesos de transición hacia la producción y el uso masivo de las MNT y su difusión en las sociedades contemporáneas. Sin embargo, algunos de los enfoques CTS más usados como la teoría del actor-red (Callon, 1986; Latour, 2006) o la construcción social de la tecnología (Bijker et al., 1987) han sido criticados por su incapacidad para producir mecanismos explicativos de las transiciones sociotécnicas (Geels, 2007), desde la convergencia de un conjunto de expectativas y promesas, pasando por la aparición de “nichos tecnológicos”, hasta la consolidación de un nuevo régimen sociotécnico (Geels, 2002). Este

³ Durante los últimos treinta años, las Micro y Nano Tecnologías (MNT) han sido objeto de numerosos trabajos en física, química, biología, ciencias de la ingeniería y en la interfaz de estas disciplinas. Suscitando grandes expectativas debido a las particulares propiedades de la materia a escala nanométrica (una millonésima parte de un milímetro). Desde el punto de vista científico, las investigaciones en MNT se refieren a la fabricación, observación, manipulación y modelización de nano-objetos, así como a la comprensión de sus propiedades y sus interacciones con el entorno. Desde el punto de vista industrial, incluyen una gran diversidad de aplicaciones en los campos de la energía, los materiales, la biomedicina, la informática y las telecomunicaciones. También las MNT han sido criticadas por los riesgos que plantean para la salud, el medio ambiente, el respeto a la vida privada o la posibilidad de transformar la especie humana. Se puede encontrar una presentación más detallada de los desafíos sociopolíticos y éticos asociados al desarrollo de las MNT en Vinck y Hubert (2017).

artículo pretende mostrar que es posible realizar una descripción de los mecanismos que actúan en este tipo de transición respetando los principios de investigación y escritura de la teoría del actor-red (Latour, 2006).

Para ello, nos basamos en diferentes estudios de casos que analizan las prácticas tecnocientíficas en las MNT⁴. El objetivo es mostrar que, una vez articulados, estos estudios de caso ofrecen una visión global de la transición en marcha, desde el diseño de nuevas hojas de ruta (*roadmapping*) hasta la regulación de las infraestructuras sociotécnicas así constituidas. Sin embargo, proponemos realizar un doble cambio respecto a ciertos usos canónicos de la teoría del actor-red⁵.

El primer cambio es teórico-conceptual. En lugar de recurrir al repertorio clásico de dicha teoría (sociotécnico, traducción, inscripción, enrolamiento, simetría, actante, etc.), nos apoyaremos en el concepto de “ingeniería heterogénea” (Law, 1989), que presentaremos con más detalle en la sección siguiente. Este enfoque supone que el éxito de una innovación técnica no puede explicarse únicamente por sus propiedades intrínsecas o por los conocimientos científicos y tecnológicos formales (académicos) que movilizan los tecnólogos en su trabajo cotidiano. También permite librarse de ciertas críticas recurrentes a la teoría del actor-red, que le reprochan de dar cuenta de un mundo únicamente formado por redes sociotécnicas indiferenciadas (Shinn y Ragouet, 2005). Por el contrario, el concepto de ingeniería heterogénea hace hincapié, como veremos, en la diversidad de las prácticas tecnocientíficas y las diferenciaciones que esas mismas habilitan.

El segundo cambio es metodológico. En lugar de seguir a los mismos actores a lo largo de la investigación y de su restitución, como lo podría sugerir una versión canónica de la teoría del actor-red, nuestro artículo propone enlazar varios estudios de caso según un hilo conductor problemático. Un hilo que puede resumirse así: ¿por qué mecanismos se produce una transición sociotécnica? ¿Cómo podemos dar cuenta del cambio de escala, desde la construcción de un proyecto de laboratorio hasta la regulación de nuevas infraestructuras que afectan y moldean la sociedad en su conjunto, sin abandonar el interés de seguir a los actores y sus prácticas concretas y situadas? Y, más generalmente, ¿cómo explicar la capacidad de transformación social de las

⁴ Este artículo se basa en los resultados de varios proyectos de investigación relacionados con los aspectos locales e internacionales de las MNT y, en particular, en materiales (entrevistas, observaciones, análisis de fuentes escritas y archivos digitales) que se ha recopilado en el curso de un trabajo de campo realizado en la región de Grenoble entre 2005 y 2009 en el marco del proyecto “Fonctionnement et vie de laboratoire” (financiado por el *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*) y del programa de la *Agence Nationale de la Recherche* “Lodysénano”. La investigación se basó, en particular, en la observación directa y en entrevistas realizadas por cuatro científicos sociales (Gloria Zarama, Dominique Vinck, Morgan Jouvenet y Matthieu Hubert), entre los que se encuentran los dos autores de este artículo. Nuestra participación fue el resultado de la combinación de nuestros intereses de investigación en el análisis de la relación entre cambios organizativos y prácticas científicas, y de una solicitud de los directivos de una de las instituciones científicas locales en relación con la fusión prevista de varios laboratorios y plataformas dentro de un nuevo centro de investigación e innovación (ver, por ejemplo: Vinck, 2010; Hubert, 2015). Los informes de las observaciones y las entrevistas se intercambiaron y discutieron dentro de nuestro grupo de investigación. Hemos frecuentado estos laboratorios y plataformas participando en sus actividades rutinarias (reuniones, situaciones de trabajo e intercambios de pasillos) y eventos puntuales (conferencias, visitas organizadas, etc.). Esta investigación colectiva supuso una lectura y categorización transversal de extractos de unos doscientos informes detallados de observaciones y entrevistas, utilizando el software de análisis cualitativo *NVivo*. El trabajo es de carácter etnográfico en la medida en que se trata de describir una cultura y unas prácticas que se pueden observar localmente (Vinck, 2003).

⁵ Para simplificar nuestro argumento, hablamos de usos canónicos de la teoría actor-red para designar sus usos más comunes, sin olvidarnos que incluso sus fundadores la describen como una teoría en constante ajuste y reformulación. Véase Latour (2006) para un análisis más completo de estos ajustes a lo largo del tiempo.

prácticas tecnocientíficas? En nuestro artículo, al igual que en la etnografía multisituada de Christine Hine (2007), la serie de estudios de caso no es una simple colección; al contrario, está atravesada por un hilo conductor problemático que guía el paso de un estudio de caso a otro, de un sitio de investigación a otro (Hubert, 2014). En particular, la articulación entre varios estudios de casos, como la que proponemos en las páginas siguientes, permite dar cuenta de los procesos de transición hacia la producción y el uso de las MNT, su difusión masiva en las sociedades contemporáneas y sus posibles impactos en términos de vigilancia digital y control social.

La primera parte del artículo vuelve sobre la noción de ingeniería heterogénea y presenta cómo la movilizaremos en el resto del texto. La segunda da cuenta de la implementación y el uso de algunas hojas de ruta (*roadmaps*) típicas de las MNT. La tercera parte focaliza en cómo se traducen las orientaciones tecnológicas definidas por esas hojas de ruta en la concepción y caracterización de técnicas de laboratorio compatibles con los estándares y las normas industriales. La cuarta examina el establecimiento de nuevos métodos y organizaciones de experimentación y transferencia tecnológica: las plataformas tecnológicas. La quinta parte analiza la constitución de redes de cooperación entre grupos de investigadores e industriales que diseñen nuevos dispositivos técnicos e imaginan sus usos futuros. La sexta describe la implementación de un programa de investigación y desarrollo en el cual académicos e industriales imaginan los usos de algunos de esos nuevos artefactos típicos de las MNT y dan forma a una nueva infraestructura sociotécnica: una aplicación de la “internet de las cosas” dedicada a ámbitos urbanos (*smart city*). En la conclusión, volveremos sobre los usos que hicimos de la teoría actor-red y del concepto de ingeniería heterogénea para dar cuenta de una transición sociotécnica –una transición marcada, en el caso estudiado, por la convergencia entre MNT y distintos tipos de tecnologías digitales.

2. La noción de ingeniería heterogénea

El concepto de ingeniería heterogénea, propuesto originalmente por John Law (1989), surgió de un debate teórico sobre cómo se impone una opción técnica sobre otras. Esta discusión contrasta dos enfoques de los estudios sociales del cambio tecnológico. El primero considera que los intereses y recursos de los grupos sociales capaces de imponer sus puntos de vista explican la tecnología dominante (constructivismo social). El segundo enfoque considera que este proceso se explica mejor si se tiene en cuenta la forma en que el innovador vincula un artefacto con su contexto social, económico, político y científico (enfoque relacionista).

El análisis del cambio tecnológico en términos de ingeniería heterogénea corresponde al segundo enfoque. Atribuye un rol central al innovador como constructor de una red, un sistema o un tejido “sin costura” (Hughes, 1983). Destaca tres características principales del proceso de innovación: “(1) la heterogeneidad de los elementos que intervienen en la solución de los problemas tecnológicos, (2) la complejidad y contingencia de la forma en que se articulan estos elementos, y (3) la forma en que se forjan las soluciones dentro de situaciones conflictivas” (Law, 1989, p. 111). Según Law, esta capacidad de articular elementos heterogéneos explica conjuntamente el éxito tecnológico y las relaciones de poder que lo hacen posible y resultan de él.

El enfoque de la ingeniería heterogénea se basa los principios teórico-metodológicos de la teoría del actor-red de Michel Callon (1986) y Bruno Latour (2006). Eso significa que no

favorece ninguna explicación social a priori, propone reconocer la agencia de las entidades no humanas y aplica un principio de simetría generalizada entre actores/actantes humanos y no humanos para describir el “actor-red” que habilita la constitución y estabilización de una innovación técnica⁶. En ese marco, el concepto de ingeniería heterogénea es útil para dar cuenta del “trabajo de articulación” (Fujimura, 1987) entre entidades heterogéneas que hace posible la construcción de problemas tecnocientíficos “tratables”, la formulación de soluciones posibles y la selección de una opción técnica entre otras. En ese sentido, permite no sólo insistir en la heterogeneidad de los recursos y conocimientos movilizados en las prácticas tecnocientíficas, sino también subrayar la heterogeneidad de esas prácticas y de los procesos habilitados (organización, coordinación, comunicación, negociación, etc.) por las mismas prácticas.

En las páginas siguientes, analizamos las Micro y Nano Tecnologías (MNT) como un caso de transición y movilizamos el concepto de ingeniería heterogénea para explicar la capacidad de transformación social de las prácticas de ingeniería en varios sitios claves de dicha transición: comités internacionales donde prioridades tecnológicas y hojas de ruta se definen; laboratorios donde se inventan nuevos conceptos y diseñan dispositivos técnicos; plataformas de experimentación y transferencia de tecnología hacia la industria; grandes programas de investigación y desarrollo donde académicos e industriales imaginan los usos de esos nuevos artefactos y dan forma a nuevas infraestructuras sociotécnicas. Circulando por esos lugares, mostraremos que raramente las prácticas tecnocientíficas se limitan a un trabajo cognitivo o a una racionalidad técnica “pura”; al contrario, apuntan a organizar, negociar, traducir y articular elementos heterogéneos e interdependientes –un conjunto de actividades que permiten producir de manera conjunta (o coproducir) las innovaciones consideradas y sus usos sociales.

3. Ingeniería heterogénea de orientaciones tecnológicas: las hojas de ruta

Ya en la década de 1980, Motorola fue la primera empresa multinacional que comunicó ampliamente su uso estratégico de las hojas de ruta tecnológicas (*technology roadmaps*) (Willyard y Mclees, 1987). De hecho, estas herramientas de prospectiva se adaptan especialmente bien a un sector industrial como el de la microelectrónica, empujado por la tecnología (*technology push*) –es decir, un sector en el cual las funcionalidades de los productos y los mercados potenciales derivan de los avances tecnológicos (Devalan, 2006). En esta sección, examinamos el papel de estas hojas de ruta en la configuración de nuevas orientaciones en las MNT, considerando el ejemplo canónico del *International Technology Roadmap for Semiconductors* (ITRS). ¿Cómo y quién diseña esa hoja de ruta? ¿Cómo se traducen y materializan las orientaciones tecnológicas en la hoja de ruta del ITRS? Y, a nivel del laboratorio, ¿por qué y cómo los tecnólogos e científicos en MNT utilizan esta hoja de ruta internacional para dar forma a sus propias agendas de investigación e innovación? Y, por último, ¿qué relevancia tiene el concepto de ingeniería

⁶ Cabe aclarar que, en el presente artículo, nos centramos principalmente en el concepto de ingeniería heterogénea, que los principios teórico-metodológicos son los de la etnografía multisituada de Christine Hine y que, si bien nos situamos en el marco general de la teoría del actor-red, nuestro objetivo no es discutir el alcance y las limitaciones de dicha teoría (y menos comparar su pertinencia con otros marcos teóricos para analizar las transiciones sociotécnicas).

heterogénea para dar cuenta de esta dimensión de las prácticas tecnocientíficas: la elaboración de nuevas orientaciones tecnológicas?

El ITRS es la principal hoja de ruta para guiar los sectores académicos e industriales en el campo de la micro y nanoelectrónica. Fue lanzada en 1992 por la Asociación de las Industrias de Semiconductores de Estados Unidos, a la que se unieron sus homólogas europeas y asiáticas en 1998 (Hoefflinger, 2012). En concreto, se trata de un documento de varios cientos de páginas que contiene texto, figuras y tablas⁷. La hoja de ruta del ITRS permite identificar los próximos retos científicos y tecnológicos que los académicos e industriales tienen que superar para pasar de una generación de micro y nanochips a otra, caracterizando cada generación por una dimensión de referencia conocida como “nodo tecnológico” (*technology node*) (de 32 nanómetros en 2010 a 22 nanómetros en 2012, por ejemplo). Ese documento es el resultado de debates y negociaciones en grupos de trabajo que juntan representantes de los principales centros industriales y científicos del sector, que se reúnen dos veces al año. Las recomendaciones que ofrecen se actualizan anualmente; se refieren a las principales dificultades tecnológicas que el sector tiene que resolver (*roadblocks*), así como a las futuras etapas (*milestones*) identificadas en un plazo de unos quince años.

A primera vista, las opciones seleccionadas en la hoja de ruta del ITRS parecen ser el resultado de una reflexión prospectiva puramente tecnológica, materializando los consensos de la comunidad científica e industrial. De hecho, los comités de expertos proporcionan tres tipos de informaciones cuyo carácter principalmente técnico no está en duda. En primer lugar, identifican las cuestiones relevantes que deben abordar los ingenieros e investigadores del sector, en función de la aplicación considerada. Por ejemplo, en una conferencia científica, un experto del ITRS dice: “Los retos son estos tres, básicamente: queremos operar a temperatura ambiente [...] controlar el voltaje límite [...] controlar los efectos parásitos”. En segundo lugar, la hoja de ruta ofrece recomendaciones sobre la forma “correcta” de resolver estos problemas: no sólo puede tratarse de explorar y desarrollar nuevas soluciones tecnológicas (un nuevo material, un nuevo proceso de fabricación o una nueva arquitectura como el transistor de doble puerta, la electrónica molecular o la tecnología de silicio sobre aislante); también puede implicar animar a los actores a hacer “compensaciones de rendimiento”, cuando dos parámetros están correlacionados negativamente y la mejora de un parámetro empeora el otro (por ejemplo, “hay que degradar el rendimiento para evitar las fugas parasitas” o “sustituir el SiO₂ [para resolver un problema de fugas electrónicas] conduce a nuevos problemas de interfaz”). Por último, el ITRS proporciona objetivos cuantificados (“hay que bajar de un voltio en la tensión de alimentación”), actualizando las listas de valores a alcanzar para los distintos parámetros (dimensión crítica, corriente de fuga, potencia, tensión límite, etc.), en función de la aplicación elegida (microprocesadores, memorias, etc.).

Aunque todos estos debates están directamente relacionados con cuestiones técnicas, la elaboración de la hoja de ruta tiene dimensiones económicas y estratégicas igualmente importantes. En particular, el reto es “que [todos los actores científicos e industriales] tiren en la misma dirección”, ya que “todos estamos en el mismo barco”, como señala un experto que forma parte de uno de los comités del ITRS, para quien se trata de organizar lo mejor posible la “cooperación” -es decir, conciliar lógicas cooperativas y competitivas- entre los actores científicos

⁷ Ver el sitio web del ITRS: <http://www.itrs2.net/>

e industriales del sector. Es “el interés de todos”, dice otro científico, según el cual la hoja de ruta es útil para saber “cuándo necesitaremos qué”. Desde el sector privado, esa combinación de lógicas cooperativas y competitivas que permite la hoja de ruta es necesaria para anticipar cuáles van a ser las necesidades futuras de sus clientes y así limitar las inversiones necesarias en materia de I+D (Investigación y Desarrollo).

Sin embargo, la cuestión de por qué y cómo laboratorios públicos de investigación en MNT movilizan esta hoja de ruta internacional para dar forma a su propia agenda de investigación no queda tan evidente. Por supuesto, la referencia a la hoja de ruta del ITRS constituye una estrategia retórica útil para justificar el interés suscitado por tal o cual técnica y focalizar en la resolución de algún problema tecnocientífico en particular: “ya es hora de ocuparse de ello, eso es lo que significa”, afirma así un científico del sector público en una conferencia, movilizando las recomendaciones de la hoja de ruta para valorar la centralidad de su tema de investigación. El mismo tipo de proceso argumentativo puede encontrarse en los documentos oficiales de un laboratorio público de investigación MNT que investigamos, donde la referencia a la hoja de ruta justifica la agenda de investigación del laboratorio:

“Las técnicas litográficas actuales no permiten fabricar una máscara (retícula) con una anchura inferior a varias decenas de nanómetros, mientras que, para los circuitos lógicos, habrá que alcanzar dimensiones críticas del orden de 10 nanómetros en 2016 (Hoja de ruta tecnológica internacional para los semiconductores (ITRS) “roadmap 2002”)” (Informe de actividades de un laboratorio de investigación en MNT).

En este ejemplo, los científicos y tecnólogos del laboratorio trabajan en el desarrollo de nuevas técnicas de grabado por plasma (plasma etching) para reducir el tamaño crítico de los transistores, con el fin de superar las limitaciones de las técnicas litográficas convencionales. Sin embargo, según la hoja de ruta del ITRS de 2002 mencionada en este fragmento de informe, estas técnicas actuales de litografía óptica no podrán cumplir los objetivos futuros (2016, en este caso) anunciados en esa misma hoja de ruta. Por ello, el laboratorio justifica su orientación temática refiriéndose a esos mismos objetivos:

“La hoja de ruta del ITRS pone de manifiesto un importante desajuste entre la resolución final de una determinada generación de litografía y las dimensiones que deben alcanzarse en el silicio para esa generación. Por ejemplo, en 2016, será necesario poder producir puertas de transistores con un tamaño de 9 nanómetros, mientras que la litografía utilizada tendrá una resolución máxima de 13 nanómetros” (Informe de actividades de un laboratorio de investigación en MNT).

Así, para los tecnólogos e científicos del laboratorio, la hoja de ruta se utiliza como argumento para justificar la pertinencia de las orientaciones tecnocientíficas elegidas —o sea, en este caso, una nueva técnica de grabado por plasma que pretende remediar el futuro fracaso de la técnica utilizada en este momento (en 2002) en la industria (una técnica que está alcanzando sus propios límites de resolución). En ese sentido, la hoja de ruta se erige menos como una limitación o una restricción (en la definición de la estrategia del laboratorio) que como un recurso y una oportunidad para solicitar financiación externa e interesar a posibles socios externos (industriales, en particular).

En su comunicación, este laboratorio hace un uso estratégico del ITRS, sin tratar de identificar opciones alternativas a la orientación dominante que impone la misma hoja de ruta. Sin embargo, esta instrumentalización oportunista del ITRS no elude, por parte de los investigadores, incluso dentro del laboratorio mencionado, una evaluación mucho más crítica de sus consecuencias reales en las agendas de I+D. En particular, algunos le reprochan efectos adversos indeseables: el ITRS favorecería las estrategias defensivas y fomentaría el uso de soluciones tecnológicas poco creativas, en lugar de estimular la innovación, ya que “todo el mundo hace lo mismo”. Esta “frialdad” se ve incluso acentuada por la influencia de algunos grandes actores industriales en los procesos de toma de decisiones de los comités del ITRS: “algunos intentan ir más rápido que la hoja de ruta o influir en ella”, dice un investigador del mismo laboratorio, refiriéndose en particular a las mayores empresas multinacionales, como Intel, que influirían en las orientaciones tomadas según sus propios intereses. Asimismo, en una conferencia que reúne a académicos e industriales del sector, un científico denuncia el “conservadurismo extremo de los industriales de la microelectrónica” y reclama el diálogo entre los especialistas de la electrónica y la óptica para lograr la integración entre los componentes ópticos y electrónicos –y, asimismo, resolver el “cuello de botella” que, según él, constituyen los “problemas de interconexión” (un problema que había sido identificado por la hoja de ruta del ITRS). También sugiere –irónicamente- que las fuentes láser deberían alejarse de los transistores “para no asustar a los ingenieros de microelectrónica”. En otra reunión más informal, un ejecutivo jubilado de la industria micro y nanoelectrónica al que se le presentaron estos mismos argumentos admite que “la hoja de ruta está matando la innovación”⁸.

Finalmente, la inclusión de una opción tecnológica en el ITRS no es neutra, ya que esta última fija los objetivos que deben alcanzar los actores (científicos e industriales) involucrados. En este sentido, la hoja de ruta constituye un poderoso instrumento de coordinación, capaz de producir efectos de convergencia a escala internacional. Aunque es muy criticado por su carácter prescriptivo, en detrimento de la apertura a otras alternativas tecnológicas más innovadoras, algunos ingenieros e investigadores en MNT la movilizan para construir sus propias orientaciones científicas y técnicas: consideran necesario incluir en ella parte de sus actividades y seguir sus recomendaciones para interesar a los socios industriales, convencer a los organismos de financiación o movilizar a los usuarios potenciales, con el fin de implicarlos en sus actividades de I+D.

Además, como vimos, las orientaciones estratégicas adoptadas bajo la influencia del ITRS no se guían únicamente por consideraciones científicas y técnicas. Más bien, son el resultado de una multitud de prácticas que podemos reunir bajo la noción de ingeniería heterogénea. En efecto, por un lado, las negociaciones, compromisos y relaciones de poder desempeñan un papel importante en la elaboración del ITRS. El concepto de ingeniería heterogénea permite dar cuenta de esta imbricación sociotécnica –es decir, esa interpenetración entre las dimensiones tecnocientíficas y sociopolíticas del proceso de construcción de la hoja de ruta. Por otro lado, como vimos, los tecnólogos e investigadores en MNT toman en cuenta los objetivos y prioridades de la hoja de ruta del ITRS (mientras critican sus efectos perversos). En ese sentido,

⁸ Esto también muestra el artículo de Sydow et al. (2012) que examina la trayectoria de la litografía óptica y las dificultades asociadas a la aparición de tecnologías alternativas, debido a una "preferencia general por el cambio tecnológico más pequeño, barato y predecible" y a una "industria que no puede soportar la idea de desarrollar múltiples tecnologías diferentes que sirvan para el mismo propósito" (2012, p. 919).

la noción de ingeniería heterogénea resulta ser un concepto heurístico para mostrar el trabajo de alineación de un conjunto de restricciones internas y externas, que se imponen en la definición de nuevas orientaciones científicas y técnicas. Subraya el “trabajo de articulación” (Fujimura, 1987) que se lleva a cabo para hacer que un problema tecnocientífico sea considerado como “tratable” –es decir, manejable no solo en términos tecnocientíficos, sino también en función de limitaciones y oportunidades socioeconómicas y políticas.

4. Ingeniería heterogénea de dispositivos técnicos: las transferencias de tecnología

Como se ha mostrado en la sección anterior, la inclusión de una tecnología (dispositivo o método) en la hoja de ruta del ITRS tiene consecuencias en cuanto a la formulación de las agendas de I+D de las organizaciones industriales y académicas que actúan en el campo de las MNT. Sin embargo, esas agendas no son los únicos determinantes de las innovaciones que salen de esas mismas organizaciones. En esta sección, consideraremos las consecuencias prácticas –en particular en términos de diseño y experimentación- de la inclusión de una opción técnica en la hoja de ruta del ITRS, focalizando en lo que pasa en el caso de un laboratorio de MNT de la ciudad de Grenoble en Francia: ¿cómo se traducen las orientaciones tecnológicas en las prácticas diarias del laboratorio? Y, ¿cómo el concepto de ingeniería heterogénea ayuda a entender lo que está en juego en ese proceso de traducción?

Para responder a estas preguntas, consideraremos un ejemplo, el de la litografía de nanoimpresión, tal y como la practican los técnicos, ingenieros y científicos de ese laboratorio de investigación en MNT. Mostraremos que la inclusión de esta tecnología en la hoja de ruta modifica no solo su percepción, desde el laboratorio considerado, como una tecnología estratégica de las MNT, sino también sus propias características sociotécnicas. Al focalizarnos en esas características, queremos centrar la atención en los usos que los tecnólogos y científicos del laboratorio hacen de esa tecnología. Asimismo, queremos mostrar que estos usos pueden analizarse en términos de ingeniería heterogénea.

Las técnicas de nanoimpresión son relativamente recientes, ya que se mencionaron por primera vez a mediados de los años 90, una vez por un equipo de la Universidad de Minnesota, como técnica de impresión térmica, y una segunda vez por un equipo del Philips Research Lab, como técnica de impresión asistida por rayos ultravioleta. Desde 2003, la nanoimpresión está incluida en la hoja de ruta del ITRS como parte de “la familia de litografía avanzada que debe alcanzar una resolución de 32 nanómetros en 2013”, como señaló un científico del campo de las MNT en una conferencia en 2005 (Lyon, Francia). La idea es convertir la nanoimpresión como técnica de fabricación de (futuros) circuitos integrados, cuyo tamaño crítico debería seguir reduciéndose hasta los 32 nanómetros en 2013: “así que los plazos están ahí”, comenta el mismo científico. Gracias a su inclusión en la hoja de ruta, la nanoimpresión se perfila como una alternativa creíble a la fotolitografía (o litografía óptica). Sin embargo, la credibilidad que le otorga la inclusión en el ITRS no es suficiente en sí para convertirla en una tecnología de referencia, y aún falta gran parte del trabajo de diseño, ingeniería y experimentación en los laboratorios de MNT para transformarla en una tecnología adecuada para la industria micro y nanoelectrónica.

El cambio producido por la inclusión de la nanoimpresión en la hoja de ruta del ITRS puede caracterizarse de la siguiente manera. Antes, la nanoimpresión era una técnica relativamente confidencial, destinada a unas pocas aplicaciones marginales. Todavía era una técnica exploratoria, confinada al laboratorio, movilizaba por unos pocos investigadores que valoraban su simplicidad y su flexibilidad: era fácil de usar, práctica y “barata”, en comparación con la inversión y los importantes costos de mantenimiento que requieren las técnicas de litografía óptica. Para sus detractores, era poco prometedora, condenada a seguir siendo una herramienta de laboratorio, un “molde para gofres”, dicen algunos escépticos, o incluso una técnica del pasado: “al fin y al cabo, no es ni más ni menos que una técnica medieval que data de la imprenta de Gutenberg”, dice un joven científico (entrevista con becario doctoral, Grenoble, Francia).

¿Qué cambia, entonces, la inclusión de la nanoimpresión en la hoja de ruta del ITRS? Por supuesto, no cambian sus propiedades técnicas intrínsecas; lo que cambian son las características (sociotécnicas) que sus usuarios (los tecnólogos y científicos del laboratorio que investigamos) deben tener en cuenta para asegurar su posible recontextualización en otros ámbitos —y, en particular, en ámbitos industriales, ya que el principal desafío del ITRS es conseguir transferencias tecnológicas exitosas para el sector industrial. En una conferencia, una especialista en nanoimpresión del mismo laboratorio explica ese cambio, enumerando cuales son, según ella, las tres son las características esenciales para hacer de esta técnica una alternativa industrial creíble a la litografía óptica (notas de campo, Lyon, Francia).

Primero, para industrializarse y convertirse en una técnica de referencia de la industria, la nanoimpresión debe cumplir los estándares básicos del funcionamiento de este tipo de fábrica. Una de las normas más estructurantes de la industria microelectrónica es el tamaño de las “obleas” (placas) de silicio utilizadas como soporte de producción de los circuitos integrados. Desde los principios de los años 2000, se suelen utilizar obleas de 200 y 300 milímetros. Con estas dimensiones, la intensidad del tratamiento colectivo de los chips reunidos en una misma oblea corresponde a un compromiso aceptable entre las economías de escala (el coste del chip es tanto menor cuanto mayor es el número de chips por oblea) y la uniformidad de los chips producidos (es tanto más difícil producir los mismos chips cuanto mayor es el tamaño de la oblea). Por eso, al igual que con otras técnicas de litografía utilizadas para fabricar dispositivos micro y nanoelectrónicos, la uniformidad de la resolución de la máquina de nanoimpresión se convierte en un parámetro esencial. Por lo tanto, para transformar una técnica exploratoria a una técnica industrial, un primer cambio importante es el tamaño de las obleas utilizadas para calcular esta uniformidad y esa dupla (uniformidad-tamaño de la oblea de referencia) constituye una primera característica sociotécnica que condiciona la posibilidad de transferencia a la industria.

Segundo, la inclusión de la nanoimpresión en la hoja de ruta del ITRS significa que la “velocidad de procesamiento” también se está convirtiendo en una “cuestión clave” para cumplir los requisitos de productividad industrial, como lo explica la misma científica:

“La segunda característica muy interesante, siempre con vistas a la integración de estos procesos en la industria microelectrónica, es su velocidad, que es excelente, lo que parecerá extraño [...] sobre todo en comparación con el uso de la litografía electrónica, es decir, la escritura directa con un haz de electrones, que procesa de forma lineal, un chip tras otro, mientras que nuestra técnica de replicación procede de forma colectiva; así que ahí está el segundo punto fundamental” (grabación de campo, Lyon, Francia).

Dicho de otra manera, la capacidad de la nanoimpresión para procesar simultáneamente (y de manera uniforme) todos los chips ensamblados en la misma oblea le permiten cumplir con los requisitos de productividad industrial.

Tercero, la “reproducibilidad” del proceso de fabricación de una oblea a otra se convierte en una característica esencial para interesar y convencer a los fabricantes de micro y nanochips. Según la misma especialista, el cumplimiento de ese tercer requisito depende en gran medida de los resultados futuros del trabajo de “optimización” que están realizando los tecnólogos e científicos de su laboratorio: “Sobre el tema de la reproducibilidad, yo diría: es algo que se trabaja. Es ingeniería de moldes, ingeniería de procesos. La factibilidad y el alcance de los estudios necesarios dependerán del tipo de aplicación al que se dirige la industria” (grabación de campo, Lyon, Francia).

Finalmente, tras su inclusión en la hoja de ruta del ITRS, lo que se transforma son las características relevantes de la nanoimpresión. Esas características sociotécnicas no son la simple transposición de los objetivos definidos en la hoja de ruta, ya que esta técnica existía mucho antes de su inclusión en la hoja de ruta. Tampoco son la extensión de propiedades técnicas intrínsecas que habrían sido identificadas en el laboratorio antes de ser incluidas en la hoja de ruta. Más bien, esas características son traducidas, reformuladas y reelaboradas en el laboratorio para garantizar la posible recontextualización de la nanoimpresión en otros ámbitos y su transferencia hacia la industria. Este proceso es la condición para hacer de la nanoimpresión una tecnología de referencia que pueda circular fácilmente del mundo académico a la industria micro y nanoelectrónica. Esta circulación se verá facilitada no sólo porque se ha dado credibilidad a la nanoimpresión mediante su inclusión en la hoja de ruta, sino también porque se han redefinido sus características técnicas en términos de uniformidad de resolución, de velocidad de procesamiento y de reproducibilidad de una oblea a otra. Al trabajar para mejorar su rendimiento en términos de uniformidad, velocidad y reproducibilidad, las características sociotécnicas de la nanoimpresión se alinean con las expectativas y los objetivos del sector productivo considerado (sus estándares técnicos, en particular).

Este proceso de recalificación (o de recharacterización) de la nanoimpresión puede analizarse en términos de ingeniería heterogénea, ya que se trata de enriquecer sus características sociotécnicas vinculándolas a las condiciones de producción en serie y a las normas técnicas de la industria micro y nanoelectrónica. El concepto de ingeniería heterogénea subraya, pues, el cruce de “limitaciones múltiples” (Galison, 1997) que deben tenerse en cuenta y asociarse simultáneamente para industrializar un dispositivo experimental. También muestra que una técnica como la nanoimpresión no se impone sólo por sus propiedades intrínsecas, sino a través de un proceso de reformulación y traducción de sus características técnicas, en función de su (futuro) contexto de uso.

5. Ingeniería heterogénea de organizaciones de I+D: las plataformas tecnológicas

Como vimos, el concepto de ingeniería heterogénea es útil para dar cuenta de la diversidad de prácticas que implica las actividades de investigación e innovación en MNT, ya sea para analizar la conformación de una hoja de ruta o la producción de condiciones adecuadas para la

transferencia tecnológica. También es útil si cambiamos la mirada y consideramos la dimensión organizacional del trabajo tecnocientífico. Para ello, es interesante focalizar en el caso de las plataformas tecnológicas, que constituyen un ámbito privilegiado para organizar las actividades experimentales en el campo de las MNT y facilitar las relaciones entre ciencia e industrial (Merz y Biniok, 2010).

Las plataformas son infraestructuras de I+D diseñadas para abrir el uso de un conjunto de instrumentos y máquinas a usuarios externos –usuarios que pueden ser estudiantes, tecnólogos o científicos del sector público o privado. Para garantizar el buen funcionamiento de este tipo de infraestructura, algunos ingenieros, técnicos y administrativos están a cargo de la gestión y del mantenimiento de los equipamientos. Esto incluye mantener las relaciones con las instituciones que acogen la plataforma, buscar financiación externa, negociar con los proveedores de instrumentación y materiales (muestras, gases, líquidos, etc.), supervisar la instalación de nuevas máquinas e infraestructuras (salas limpias, losas flotantes, jaulas de Faraday, etc.), formalizar las buenas prácticas y establecer procedimientos para el acceso y la utilización de las máquinas, interactuar con los usuarios, mantener el estado de las instalaciones e instrumentos, evaluar las propuestas científicas de los usuarios potenciales en términos de factibilidad tecnológica y disponibilidad de las máquinas de la plataforma, gestionar los contratos de mantenimiento y supervisar su aplicación efectiva –entre muchas otras actividades más puntuales que jalonan la vida de una plataforma (Hubert, 2015).

Este “trabajo de organización” (de Terssac y Lalande, 2002) de las actividades experimentales constituye otra forma de ingeniería heterogénea en el campo de los MNT. Para este trabajo, los ingenieros y técnicos encargados de las plataformas movilizan competencias que van más allá de los conocimientos técnicos. Por ejemplo, las habilidades de comunicación desempeñan un papel fundamental a la hora de presentar el funcionamiento de una plataforma a un público de usuarios potenciales para convencerlos de realizar sus propias actividades experimentales en la plataforma.

Más allá de esas actividades de promoción y comunicación, otras formas de ingeniería heterogénea resultan aún más cruciales a la hora de crear una nueva plataforma. En particular, las reglas que organizan las actividades experimentales son el resultado de negociaciones en las que participan la mayoría de los actores de las plataformas (técnicos, ingenieros, administrativos, investigadores y estudiantes que utilizan las plataformas de forma puntual, proveedores de equipos, etc.). La observación de estas negociaciones permite entender las principales cuestiones y tensiones relativas al reparto de instrumentos y a la regulación de las actividades experimentales (Hubert, 2015): la gobernanza institucional y operativa de la plataforma; la posibilidad de diferenciar los espacios de trabajo experimentales (para la enseñanza, la investigación o la transferencia de tecnología a la industria); las condiciones de financiación sostenible y la posible contribución de los usuarios (cuyo importe puede depender, por ejemplo, del origen institucional de los usuarios); las normas de uso (incompatibilidades entre materiales debidas a una contaminación potencial, por ejemplo); los procedimientos administrativos y de acceso físico a la plataforma; los criterios de evaluación de los proyectos presentados por los usuarios; el papel concreto de los usuarios en la plataforma (formarlos y habilitarlos para realizar ellos mismos el trabajo experimental o delegar ese trabajo al personal técnico de la plataforma); las funciones respectivas de los técnicos de la plataforma y del personal técnico que trabaja para los proveedores de equipos en la puesta en marcha y el mantenimiento de las máquinas; las opciones

en cuanto a la gestión del conocimiento (garantizar la propiedad intelectual, mantener el secreto o compartir los conocimientos producidos).

Estas negociaciones pueden complicarse, o incluso volverse conflictivas, ya que los compromisos aceptables para todos no son necesariamente alcanzables. Esto suele pasar, en algunos casos, cuando los técnicos, ingenieros e investigadores se enfrentan a la dirección de la plataforma al respecto de sus prioridades: ¿habría que comprar una técnica experimental de nicho, que pocos laboratorios tienen, susceptible de interesar a unos pocos usuarios expertos en un campo emergente (la nanoimpresión en sus inicios, por ejemplo), o es preferible invertir en una máquina poco innovadora, que puede, sin embargo, interesar a muchos usuarios (un microscopio electrónico de barrido, por ejemplo)? Otro ejemplo de posible confrontación tiene que ver con la posibilidad de modificar los dispositivos experimentales de la plataforma, ya que algunos usuarios quieren explorar nuevas vías de experimentación (a través de bricolajes o de ajustes inusuales de los instrumentos), mientras que los técnicos e ingenieros de la plataforma (e incluso los fabricantes de equipos) quieren, en la medida de lo posible, limitar el uso de las máquinas a sus ajustes estándares, con el fin de evitar que se produzcan problemas técnicos imprevistos que den lugar a acciones de mantenimiento correctivo. Un tercer ejemplo, entre muchos otros, se refiere a las estrategias de innovación adoptadas. En efecto, quienes realizan investigaciones exploratorias quieren trabajar en obleas de bajo costo (100 milímetros de diámetro), sólo para hacer una prueba rápida y aproximada y así tener una idea preliminar de lo que podría pasar con un determinado proceso tecnológico, mientras que quienes se dedican a la transferencia tecnológica hacia la industria quieren trabajar respetando los estándares industriales que exigen invertir en costosas obleas de 200 o 300 milímetros (véase el apartado anterior).

Finalmente, en el caso de las plataformas, el concepto de ingeniería heterogénea es pertinente para dar cuenta de la gran variedad de prácticas a través de las cuales se conforma un “buen” ámbito de I+D –es decir, uno que se adapte a las necesidades y expectativas de los protagonistas: comunicar, negociar, regular, organizar y delegar el trabajo experimental son algunas de las múltiples actividades que técnicos, ingenieros e responsables administrativos y técnicos a cargo de las plataformas llevan a cabo para producir y mantener este tipo de infraestructura experimental abierta a una gran diversidad de usuarios. De este modo, el concepto de ingeniería heterogénea no sólo se refiere a lo que James Trevelyan denomina “coordinación técnica”, es decir, “trabajar con otros e influir en ellos para llevar a cabo concienzudamente determinadas tareas necesarias de acuerdo con un plan mutuamente acordado” (Trevelyan, 2007, p. 191), sino que también toma en cuenta la existencia de tensiones, desacuerdos y conflictos que pueden surgir de una redefinición de las normas, de la aparición de una nueva técnica o de una reconfiguración de las relaciones de poder (dentro de la plataforma o en sus relaciones con socios institucionales y usuarios externos).

6. Ingeniería heterogénea de problemas y soluciones tecnológicas: los programas colaborativos

La noción de ingeniería heterogénea arroja luz, como vimos, sobre la producción de condiciones técnicas y organizacionales favorables a la transferencia tecnológica. Asimismo, subraya la importancia de una gran diversidad de actividades sociotécnicas –ya sea que se trate de organizar,

negociar, comunicar, recalificar o articular distintas entidades vinculadas con el trabajo técnico. Para analizar más a fondo las dinámicas interinstitucionales que permiten la emergencia de una innovación técnica, veamos ahora el ejemplo de un programa colaborativo de investigación tecnológica destinado a diseñar y aplicar un nuevo dispositivo técnico: la punta de dedo digital. A partir de este caso, analizaremos cómo se diseña una nueva tecnología en el marco de este tipo de programa de I+D y cómo el concepto de ingeniería heterogénea ayuda a dar cuenta de las prácticas tecnocientíficas concretas en una situación de cooperación entre actores heterogéneos.

Los tecnólogos y científicos de un laboratorio de investigación en MNT, que llamamos Microsystems⁹, se ocupan de identificar nuevas oportunidades de desarrollo tecnológico. La supervivencia de su laboratorio depende de ello. Como especialistas en microsensores y microactuadores, notaron que el diseño de sensores táctiles podía ser un desarrollo importante dentro del campo de las MNT. Se dieron cuenta de que el tema del “tacto” apenas se había explorado y que, sin duda, constituiría una nueva frontera tecnológica para el desarrollo de sensores, en la encrucijada entre las cuestiones de investigación fundamental y un enorme potencial de aplicaciones industriales.

Dos de sus ingenieros decidieron embarcarse en un proyecto exploratorio. Su objetivo es imaginar un sensor táctil como concepto tecnológico y realizar un primer demostrador del que habrá que caracterizar las prestaciones efectivas. Como este proyecto está aún lejos de cualquier aplicación industrial y de las necesidades expresadas por la industria, los ingenieros están negociando, en su propia institución pública, la asignación de fondos que les permitan realizar trabajos de investigación tecnológica básica. Un ingeniero eléctrico del equipo, con diez años de experiencia en el campo de los sensores (materiales piezoeléctricos, microsensores de presión y fuerza, acelerómetros para medir las vibraciones), se hace cargo del proyecto. Con la ayuda de un técnico y el apoyo de una plataforma tecnológica que propone los mejores equipos en el campo de la microtecnología, comienzan reciclando un concepto que habían desarrollado para la industria del neumático: un sensor de fuerza para medir la deformación y la adherencia de los neumáticos de los coches. Trasladaron las especificaciones del proyecto anterior, que habían desarrollado en colaboración con la industria de los neumáticos de automoción, a un diseño de sensor táctil. Tienen el sensor fabricado por la plataforma tecnológica y lo prueban. Obtuvieron resultados interesantes y decidieron poner en marcha un proyecto en colaboración con un laboratorio de investigación física que trabaja en la fricción. Los dos laboratorios no tienen el mismo objetivo: la intención del laboratorio Microsystems es desarrollar sensores para luego transferirlos a la industria; el objetivo del laboratorio de física es utilizarlos como instrumentos de investigación.

En esa etapa preliminar del proyecto, el concepto de ingeniería heterogénea permite subrayar las traducciones que realizan los ingenieros para impulsar el desarrollo de los sensores táctiles, lo que implica un proceso de reformulación de sus características (sociotécnicas) en función de las colaboraciones en las que participan. El sensor se convierte en una herramienta de investigación y la colaboración inicial se convirtió en una red de cooperación científica europea que implicó la redacción de una propuesta de investigación para el programa de financiamiento “Medir lo imposible” (*Measuring the impossible*). Este programa trata de movilizar a investigadores e industriales para abordar el reto de medir las reacciones y sentimientos humanos: la

⁹ Cambiamos el nombre del laboratorio para respetar el anonimato de las personas e instituciones mencionadas.

susceptibilidad individual a las enfermedades, los determinantes de la emoción musical, las cualidades sonoras de los objetos, el disfrute de los medios de comunicación (el placer de jugar), la calidad del aire percibida, la memoria de los testigos oculares, los sentimientos asociados a la textura, etc. El programa aborda las cuestiones de la “metrología emergente” debatidas en el Congreso Internacional de Metrología de 2007. Constituye un caso típico de I+D en MNT que, por su capacidad de producción y emisión de datos sobre los usuarios, plantean serios interrogantes sobre el control social de las personas por parte de otras personas, de las empresas o de los Estados.

Los tecnólogos del laboratorio Microsystems redefinen, traducen y articulan sus objetivos a una serie de argumentos relacionados con la percepción humana y los procesos cognitivos. Así, los sensores están cargados de significados por su inclusión en un programa europeo y su reto metroológico relacionado con el ser humano. El proyecto europeo, dirigido por el *National Physical Laboratory* (centro líder en el Reino Unido para el desarrollo de técnicas de medición y que actúa como laboratorio nacional de normas técnicas del Reino Unido), reúne a seis institutos de investigación europeos y a un laboratorio de investigación industrial perteneciente a una empresa multinacional de productos sanitarios. Los equipos que participan en el consorcio son heterogéneos, con experiencia en medición física, instrumentación y microsistemas, neurociencia cognitiva, psicología y modelización matemática. Algunos están cerca de la industria, mientras que otros están más cerca de la investigación básica.

El abanico de sus intereses cognitivos es relativamente abierto. El laboratorio de metrología intenta garantizar la coherencia y la trazabilidad de las mediciones, incluso en el caso de las características subjetivas: aspecto y percepción visual, rugosidad, suavidad, dureza, sensaciones táctiles y térmicas. Busca métodos más adecuados para predecir la sensación de naturalidad con vistas a aplicarlos a nuevas situaciones. Como el laboratorio también tiene una amplia experiencia en el desarrollo de normas técnicas y estándares de referencia, está interesado en el desarrollo de materiales de prueba e instrumentos o métodos de medición. Asimismo, como también cuenta con cierta experiencia en matemáticas, simulación y extracción de datos, se compromete a analizar y modelizar los resultados de la investigación experimental realizada por los demás socios del proyecto. Relaciona la medición física con la percepción humana. Como ha participado en otro proyecto que utiliza un modelo de la respuesta visual humana a la luz, sugiere utilizar este modelo basado en la experiencia con la percepción visual. Además, al tener experiencia en la coordinación de proyectos de investigación en colaboración y contar con un sistema de gestión de la calidad con certificación ISO 9000, se encarga de la gestión del proyecto.

Así, la forma de la red y el contenido del proyecto van tomando forma según los intereses, las experiencias y las limitaciones de cada uno. El centro de investigación industrial asociado, por ejemplo, se ocupa principalmente del diseño de nuevos productos de cuidado personal y del hogar. Dos de sus equipos de investigación, que ya participan en la neurociencia cognitiva y la física sensorial, tienen experiencia en cognición y metrología. También cuentan con instalaciones experimentales especializadas para explorar las propiedades sensoriales de los materiales y las respuestas cognitivas. Están interesados en el desarrollo de materiales de prueba.

Uno de los grupos de investigación de la universidad se centra en la cognición (exploración de las bases neuronales y cognitivas del cerebro humano) y cuenta con electroencefalógrafos (EEG), técnicas de neuroimagen (escáneres) y cámaras de sonido atenuado para el estudio del comportamiento humano. Les interesan los sentidos visuales y táctiles y las interacciones entre

los modos sensoriales. También participa en estudios sobre el efecto de las lesiones corticales en la percepción táctil y visual y en el estudio del reconocimiento de objetos por parte de personas ciegas. Otro grupo de investigación académica trabaja en psicología experimental y neurociencia cognitiva, centrándose en los mecanismos perceptivos y cerebrales asociados al procesamiento sensorial humano (por ejemplo, las interacciones entre el tacto y la visión). Su experiencia en la medición psicofísica de los procesos perceptivos le lleva a participar en el desarrollo de procedimientos psicofísicos en la interfaz entre las mediciones físicas y la neuroimagen. Otro grupo de investigación universitario está especializado en el análisis de imágenes para aplicaciones alimentarias (mediciones del color de las flores y bioquímica de la materia vegetal).

En Francia, los dos laboratorios implicados, incluido el de los dos ingenieros mencionados, ya habían colaborado para desarrollar un sensor táctil. El laboratorio de física se dedica a la física de las superficies (mecánica de la adhesión y de la fricción) y dispone de equipos para producir sustratos y caracterizarlos. Está interesado en el diseño de un sensor táctil biomimético y en comprender los fenómenos que se producen entre un dedo y un sustrato. El otro laboratorio, que llamamos Microsystems, se centra en el desarrollo de nuevos sensores y su transferencia a la industria.

La articulación de las competencias, los recursos y las expectativas de cada uno de los socios, fruto de numerosas negociaciones y ajustes, va conformando la red y el contenido del proyecto. Encuentran complementariedades tales que los resultados producidos por uno se convierten en los recursos que necesitan los otros. Eligen el tema de la naturalidad porque su percepción, en el caso de los materiales, ha demostrado ser reproducible de una persona a otra, lo que es importante para los investigadores en neurociencia y psicología, porque significa que los procesos neuronales subyacentes tendrán una buena reproductibilidad y que los conocimientos que podrían publicar tendrían un alto impacto. La elección de la naturalidad también interesa al socio industrial implicado, ya que se podría aplicar a una amplia gama de productos de gran valor agregado. La naturalidad se constituye como un objeto-frontera (Star & Griesemer, 1989) entre los actores implicados. Los actores interesados en la diferenciación del material reflejan su interés por la variabilidad del sustrato; para ellos, la naturalidad es una característica entre otras. En cuanto a los ingenieros de Microsystems, no importa si el problema es la naturalidad; lo importante es tener la oportunidad de diseñar un sensor táctil según las especificaciones definidas por los demás miembros de la red.

Al definir la contribución y las competencias de todos los miembros de la red, éstos dan forma al objeto y viceversa. Negocian y establecen un objetivo común y su desglose en sub-objetivos y tareas. Poco a poco, surge una jerarquía de prioridades: comprender los procesos neuronales que intervienen en la percepción de la naturalidad; identificar en qué medida las propiedades de los materiales condicionan esta percepción; determinar las medidas más adecuadas para este proceso perceptivo y para la modelización de las relaciones entre las características físicas, las redes sensoriales y las funciones cognitivas con el fin de predecir la percepción humana de la naturalidad de los futuros productos. Dentro de esta configuración colectiva de las prioridades de investigación, el objetivo de los ingenieros de Microsystems (desarrollar nuevos sensores) no se considera una prioridad, sino sólo una sub-tarea útil. Cuando el proyecto es finalmente aceptado por este programa europeo, lo hace con un presupuesto significativamente reducido, lo que lleva el consorcio a abandonar el desarrollo de los sensores. Los ingenieros de Microsystems tuvieron que luchar y negociar para mantener su posición, su

contribución y su parte de la subvención. Anticipando que el campo del tacto será una preocupación industrial creciente, solicitan otros fondos para resolver algunos de los problemas tecnológicos relacionados con la realización de sensores. Tienen que defender y justificar su posición dentro de una red dominada por los investigadores de neurociencia y ciencia cognitiva.

Con el diseño de este nuevo dispositivo técnico, se abriría un nuevo campo de investigación e innovación para la medición de parámetros subjetivos de los que dependen muchas aplicaciones potenciales relacionadas con la calidad de los productos de alto valor agregado, su deseabilidad y las expectativas de los consumidores en términos de confort. El reto para las empresas industriales es predecir la reacción de los consumidores (gracias a métodos menos costosos y más rápidos que los paneles de consumo) ante los nuevos materiales, pero también combatir el fraude detectando materiales y productos falsificados. Los tecnólogos y científicos involucrados no sólo asocian el proyecto a la creencia de que los productos naturales (seda, cuero, nogal, palo de rosa, marfil) son muy valorados, sino también que son recursos naturales limitados. El proyecto abriría nuevas oportunidades para el desarrollo de materiales artificiales y la mejora del diseño de la moda y los productos de consumo. Preocupados por conducir al desarrollo industrial y económico, los miembros del consorcio vinculan el proyecto a la necesidad de definir normas con los organismos internacionales de normalización y al discurso general sobre la economía europea, que depende de su capacidad para diseñar productos de alta calidad y diferenciarlos de las imitaciones importadas de baja calidad. El establecimiento de un dedo digital se convierte así en un medio de protección de Europa frente a los países competidores (Downey, 1992). También vinculan el proyecto a retos globales como el desarrollo sostenible (diseñando productos artificiales para proteger los recursos naturales), la mejora del bienestar y la salud (a menudo asociados a la naturalidad) y la productividad (mediante el diseño de entornos de trabajo confortables).

Finalmente, la noción de ingeniería heterogénea resulta ser un concepto que permite analizar este trabajo de articulación y alineación de una serie de recursos y limitaciones para construir un problema movilizador y solucionable. Permite dar cuenta de las actividades de los tecnólogos y científicos, atrapados en una red de cooperación interinstitucional, cuyas orientaciones no se reducen a consideraciones puramente científicas y técnicas. Son el resultado de la construcción de compromisos y relaciones de poder entre actores heterogéneos en los que los ingenieros mencionados no están en posición de fuerza. Tienen que alinear e integrar su contribución dentro de una dinámica colectiva que en parte escapa a su control. Negocian y traducen sus conocimientos, sus recursos y su estrategia para no quedar excluidos de la red que está dando forma al nuevo dispositivo técnico.

7. Ingeniería heterogénea de infraestructuras sociotécnicas: las ciudades inteligentes (*smart city*)

El desarrollo de las MNT no sólo conduce a nuevos objetos, sino también a su proliferación y articulación produciendo nuevas infraestructuras en la sociedad. El ejemplo anterior, aunque se trataba de una amplia red heterogénea, seguía estando dentro del mundo de la I+D en torno a un dispositivo específico y sus aplicaciones locales. Veamos ahora lo que pasa en el caso de un programa europeo que lleva al desarrollo de una infraestructura sociotécnica formada por redes

de sensores muy dispersas con el objetivo final de desarrollar una versión de la “internet de las cosas” dedicada a entornos urbanos –lo que los expertos y promotores del dominio llaman *smart city*.

El sueño y el reto de los científicos y tecnólogos que están detrás de este proyecto europeo – el proyecto ESNA (*European Sensor Network Architecture*)- es integrar los mundos físicos y virtuales, colocando sensores en todos los objetos –o sea, autos, ropa, llaves, libros, casas o cualquier bien de consumo. El responsable del proyecto, en el que participan veinte laboratorios de investigación y empresas, afirma públicamente sus promesas: “hará que nuestra vida cotidiana sea más fácil, segura y eficiente”. El objetivo es construir una “inteligencia ambiental” en hogares y desarrollar “ciudades inteligentes” –o sea, ciudades “amigables”, gracias al uso de tecnologías fáciles de manejar, invisibles y autónomas que ayuden a las personas en tareas cotidianas como controlar a distancia la temperatura de su casa u obtener al instante ofertas de servicios en función de su ubicación e intereses.

El sistema debe ser capaz de manejar grandes cantidades de datos heterogéneos (*big data*) y visualizarlos de forma intuitiva para que el usuario pueda interactuar con ellos. Con esta “internet de las cosas” que mencionamos en la introducción, las consultas de los usuarios buscarían información de sensores dispersos e incrustados en bienes cotidianos. El reto técnico consiste en definir la mejor manera de conectar el mundo virtual con el mundo físico. Se plantea como un problema de articulación entre objetos de la vida cotidiana, parámetros, sensores y actuadores, datos, servidores y software, infraestructura informática, interfaces y usuarios con un objetivo a priori simple: que la mayoría de estas entidades se vuelven “transparentes” una para la otra –es decir, interconectadas de manera a transferir constantemente los datos de una entidad a las otras.

Para lograr una red de este tipo, los tecnólogos y científicos involucrados planean transformar las redes sociotécnicas preexistentes mediante la integración de interfaces, que adoptarían la forma de servicios (gratuitos o de pago, ofrecidos por empresas privadas o instituciones públicas). Servicios que proporcionen información comprensible o que conduzcan a una acción automática (por ejemplo, abrir una puerta), preservando la seguridad, la confianza y la privacidad de los ciudadanos. También imaginan al usuario potencial y lo configuran como una persona que hace preguntas a las máquinas, formuladas en lenguaje natural, para saber, por ejemplo, “¿cuál es la temperatura en la casa y en el pueblo donde vive sola mi abuela? “. La tecnología sería capaz de descifrar la pregunta, buscar y acceder a las redes de sensores pertinentes (por ejemplo, sensores en las calles y paradas de autobús, o incrustados en los autos que circulan por el pueblo, o distribuidos en la ropa de la abuela), verificar los datos de varias fuentes de información, estructurar una respuesta garantizando la confidencialidad de los datos y enviar la información al usuario, que puede decidir con quién compartirla.

El proyecto ESNA incluye la fabricación de un prototipo y la implementación de un experimento en una ciudad española, Santander, donde se están desplegando doce mil sensores para ayudar a “suavizar el flujo de tráfico en la ciudad” mediante el control de las ubicaciones de los estacionamientos y proporcionando a los conductores información sobre los lugares disponibles. Se espera que beneficie a los habitantes de esta “ciudad inteligente”, mientras que produce datos experimentales para los científicos y tecnólogos del proyecto. La red sociotécnica se está negociando con las autoridades locales y las empresas. El avance del proyecto implica conectar esa red a otras de sensores y actuadores para controlar el alumbrado público en función de la presencia o ausencia de personas en las calles o de la detección de un incidente, gracias a las

interfaces y conexiones que se están construyendo con los servicios públicos (policía, servicios de emergencia médica) y privados (distribución de energía eléctrica).

Se están llevando a cabo experimentos similares en otras ciudades de Europa. En Aarhus, el objetivo es disponer de una gestión inteligente y autónoma de las infraestructuras de agua y alcantarillado. En Berlín, la ciudad inteligente implica el desarrollo de una red de contenedores conectados a los servicios de gestión de residuos. En Birmingham, las infraestructuras y servicios de transporte (tranvías, autobuses, carriles para bicicletas, veredas y rutas) se están equipando para simplificar la transición entre modos de transporte, ahorrando tiempo a los usuarios. En estos proyectos participan no solo autoridades y servicios públicos, sino también grandes empresas industriales como Ericsson, SAP, Thales o Telefónica, que están integrando estas infraestructuras en sus planes de negocio y ofertas de servicios a las ciudades. Estas redes heterogéneas están remodelando gradualmente la ciudad y sus infraestructuras sociotécnicas.

Los tecnólogos y científicos que están detrás de su desarrollo afirman que, dentro de unos años, las computadoras personales estarán conectadas con más de mil dispositivos (otras computadoras, teléfonos, televisores, sensores dispersos en el cuerpo, la ropa, los autos, los hogares, etc.) para conectarlos en una “red de todo”. Están diseñando herramientas de redes personales en las que muchos dispositivos heterogéneos trabajarían juntos, proporcionando servicios personalizados y conectividad ubicua. En el marco del proyecto ESNA, están redactando informes, propuestas de I+D y planes de negocio, organizando demostraciones y presentaciones públicas, tratando de convencer a una gran variedad de actores potencialmente interesados para que compartan su visión del futuro de la ciudad. Trabajan para convencer a las autoridades públicas para que inviertan en estos proyectos que permitirían implementar una “red global personal adaptable”. Afirman que el número de dispositivos personales se multiplicará de forma espectacular en los próximos años. Anuncian una “federación” de redes personales y hablan de un usuario que podría controlar los dispositivos y la información a la que otras personas podrían acceder, mediante características de seguridad adaptadas.

Como ya mencionamos, el proyecto ESNA está preparando las redes de sensores inalámbricos que permitirán a los usuarios conectar cosas y personas en un “internet de las cosas”. Los responsables a cargo del proyecto prevén que, a partir de esa infraestructura, los objetos podrían comunicarse entre sí de modo que, por ejemplo: la ropa podría combinarse espontáneamente en color; una heladera y los armarios de la cocina podrían armar una lista de compras; los alimentos disponibles en el hogar podrían coordinarse sin intervención humana para definir una comida. Con etiquetas electrónicas equipadas con micro o nanosensores que puedan medir diferentes parámetros (humedad, luz, temperatura, presión, movimiento, etc.), los objetos, personas y lugares podrían producir información sobre lo que está presente, en movimiento, dañado, etc. Para ello, los científicos y tecnólogos del proyecto ESNA imaginan las expectativas (presentes y futuras) de los usuarios y desarrollan una plataforma multifuncional capaz de soportar diversas aplicaciones para satisfacer una amplia gama de usos posibles.

Esa difusión masiva de MNT capaces de interactuar a distancia extiende considerablemente la capacidad de coleccionar e intercambiar datos personales. Por lo tanto, como mencionamos al principio del texto, permite convertir los movimientos y actividades de cada ciudadano en algo completamente rastreable, posiblemente sin garantizar su anonimato. Aunque, desde principios de la década de 2000, académicos y agencias de regulación han advertido de los riesgos que suponen para el respeto de las libertades individuales, el desarrollo continuo de las MNT permite

(y, posiblemente, permitirá cada vez más) la proliferación de esos dispositivos invisibles que, cuando se interconectan en una misma infraestructura, podrían facilitar la vigilancia sistemática de las personas (Vinck y Hubert, 2017).

En este caso como en los otros casos estudiados, el concepto de ingeniería heterogénea es útil para captar las visiones y los imaginarios que guían a los tecnólogos y científicos en sus proyectos de transformación de la sociedad. Como en el caso de la expansión marítima portuguesa estudiada por John Law (1989), abarca un conjunto de prácticas de identificación de problemas, de movilización de expectativas (no necesariamente expresadas) y de proyecciones de posibles soluciones técnicas para imponer una visión de la sociedad futura sobre otras alternativas posibles.

8. Conclusión

Mientras algunos enfoques CTS como la teoría del actor-red han sido criticados por su incapacidad para producir mecanismos explicativos de las transiciones sociotécnicas (Geels, 2007), mostramos, en este texto, que dicha teoría puede dar cuenta de una transición sociotécnica completa, desde el diseño de hojas de rutas para los laboratorios de I+D hasta la inscripción de un nuevo conjunto de dispositivos técnicos en la sociedad, sin renunciar a “seguir los actores” (Latour, 2006) y sus prácticas concretas y situadas. Para eso, analizamos las MNT como un caso de transición y movilizamos el concepto de “ingeniería heterogénea” (Law, 1989) para explicar la capacidad de transformación social de las prácticas tecnocientíficas en varios sitios claves de dicha transición: comités internacionales donde hojas de ruta se definen; laboratorios donde se diseñan nuevos dispositivos técnicos y se producen condiciones adecuadas para la transferencia tecnológica; plataformas de experimentación y vinculación con la industria; grandes programas de I+D donde académicos e industriales imaginan los usos de esos nuevos dispositivos y dan forma a nuevas infraestructuras sociotécnicas. La articulación de esos estudios de casos provee algunas pistas para analizar los procesos de transición hacia el uso masivo de las MNT, su difusión masiva en las sociedades contemporáneas y sus posibles impactos en términos de vigilancia digital y control social.

A través de los cinco casos presentados en este artículo, damos una idea de la variedad de lugares en los que se producen esos procesos de ingeniería heterogénea. Una heterogeneidad que tiene que ver no sólo con la diversidad de las situaciones de trabajo, sino también con las prácticas tecnocientíficas involucradas y con los conocimientos desarrollados y movilizados. En cada caso considerado, la noción de ingeniería heterogénea llama la atención sobre la gran variedad de los procesos estudiados –procesos que implican una multitud de actividades por parte de los técnicos, ingenieros y científicos (negociar, convencer, organizar, coordinar, etc.) que van más allá de la invención y producción de nuevos objetos y estándares técnicos (Vinck, 2003). Esos procesos son centrales en la reconfiguración de las redes sociotécnicas existentes y, eventualmente, la estabilización y consolidación de un nuevo régimen sociotécnico dominante (Geels, 2002). Por ello, merecen toda nuestra atención en el estudio de una transición marcada por la convergencia entre MNT y tecnologías digitales.

Referencias

- Bijker W. E., Hughes T. P., Pinch T. (eds.) (1987). *The Social Constructions of Technological Systems*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Callon M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L'Année sociologique*, 36, 169-208.
- Devalan P. (2006). *L'innovation de rupture. Clé de la compétitivité*. Paris : Lavoisier.
- Downey G. (1992). CAD/CAM saves the nation? Towards an anthropology of technology. In: Hess D., Layne L. (eds). *Knowledge and society: the anthropology of science and technology*. London: JAI Press Ltd., 142-168.
- Fujimura J. (1987). Constructing “Do-able” Problems in Cancer Research. Articulating alignment. *Social Studies of Science*, 17(2), 257-293.
- Galison P. (1997). *Image and logic. Material culture of microphysics*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Geels F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31 (8/9), 1257-1274.
- Geels F. W. (2007). Feelings of Discontent and the Promise of Middle Range Theory for STS: Examples from Technology Dynamics. *Science, Technology & Human Values*, 32 (6), 627-651.
- Greengard S. (2015). *Internet of things*. Cambridge, MA: MIT Press
- Hine C. (2007). Multi-sited Ethnography as a Middle Range Methodology for contemporary STS. *Science, Technology, and Human Values*, 32 (6), 652-671.
- Hoefflinger B. (2012). ITRS: The International Technology Roadmap for Semiconductor. In: Hoefflinger B. (ed.). *Chips 2020: A Guide to the Future of Nanoelectronics*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 161-174.
- Hubert M. (2014). Dr. Latour & Mr. Lab : comment concilier étude de laboratoire et théorie de l'acteur-réseau ?, in: Claire Tollis et al. (dir.). *L'effet Latour – Ses modes d'existence dans les travaux doctoraux*. Paris: Editions Glyphe, 208-223.
- Hubert M. (2015). Entre mutualisation des infrastructures et diversité des usages. Le travail de mise en plateforme dans les micro- et nanotechnologies. *Revue d'anthropologie des connaissances* 9 (4), 467-486 [<http://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2015-4-page-467.htm>].
- Hughes T. P. (1983). *Networks of power: Electrification in Western society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Latour B. (2006). *Changer de société, refaire de la sociologie*. Paris: La Découverte.

Law J. (1989). Technology and heterogeneous engineering: the case of Portuguese expansion, In: Bijker W., Hughes T., Pinch T. (eds.) *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*. Massachusetts: MIT Press. 111-134.

Merz M., Biniok P. (2010). How Technological Platforms Reconfigure Science-Industry Relations: The Case of Micro- and Nanotechnology. *Minerva* (48), 105-124.

Shinn T., Ragouet P. (2005). *Controverses sur la science. Pour une sociologie transversaliste de l'activité scientifique*. Paris: Raisons d'agir.

Star S. L., Griesemer J. (1989). Institutionnal ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals on Berkeley's museum of vertebrate zoology. *Social Studies of Science*. 19, 387-420.

Sydow J., Windeler A., Schubert C., Möllering G. (2012). Organizing R&D Consortia for Path Creation and Extension: The Case of Semiconductor Manufacturing Technologies. *Organization Studies*, 33 (7), 907-936.

Terresac (de) G., Lalande K., 2002. *Du train à vapeur au TGV. Sociologie du travail d'organisation*. Paris: PUF.

Trevelyan J. (2007). Technical Coordination in Engineering Practice. *Journal of Engineering Education*. (July), 191-204.

Vinck D. (éd.) (2003). *Everyday engineering. An ethnography of design and innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

Vinck D. (2010). The "Enterprise of Science": Construction and Reconstruction of Social Capital Around Nano R&D". *International Journal of Nanotechnology*, 7 (2/3), 121-136.

Vinck D., Hubert M. (2017). *Nanotechnologies : l'invisible révolution. Au-delà des idées reçues*. Paris: Editions Le Cavalier Bleu.

Willyard C., Mclees C. (1987). Motorola's technology roadmap process. *Research Management*. (September-October), 13-19.

Zuboff S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. Londres: Profile Books.

Hacia un salto de escala en la imaginación social. Reseña de *Tecnoceno* (Taurus, 2021) de Flavia Costa

Pablo Manolo Rodríguez¹

Recibido: 23/06/2022; Aceptado: 05/07/2022

Cómo citar: Rodríguez, P.E. (2022). Hacia un salto de escala en la imaginación social. Reseña de *Tecnoceno* (Taurus, 2021) de Flavia Costa. *Revista Hipertextos*, 10 (17), pp. 145-149. <https://doi.org/10.24215/23143924e052>

Ficha técnica:

Título: *Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*

Año de edición: 2021

Autora: Flavia Costa

Editorial: Taurus

Ciudad de edición: Buenos Aires

Págs: 190



¹ Pablo “Manolo” Rodríguez es Doctor en Ciencias Sociales, Profesor de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires e Investigador Independiente del Conicet. Autor de *Historia de la información* (2012) y de *Las palabras en las cosas. Saber, poder y subjetivación entre algoritmos y biomoléculas* (2019). Coeditor de *Amar a las máquinas. Cultura y técnica en Gilbert Simondon* (2015) y *La salud inalcanzable. Biopolítica molecular y medicalización de la vida cotidiana* (2017).

La polémica que se plantea alrededor de las criptomonedas ilustra bien lo que está en juego en el tecnoceno según las líneas trazadas por Flavia Costa. Se trata de un fenómeno económico generado a partir de lo que Costa llama “el nuevo orden informacional”: la minería de datos a partir de las cuales se genera este tipo de monedas se basa en sistemas digitales similares a las de las plataformas que utilizamos diariamente. Se trata de un fenómeno que presiona sobre la crisis energética y ambiental global, en la medida en que el gasto de electricidad de las granjas de servidores (la denominación no deja de ser paradójica) es muy elevada. Se trata de un fenómeno que, también, empuja una crisis financiera parecida a las recurrentes burbujas que estallan cíclicamente en el capitalismo contemporáneo. Finalmente, se trata de un fenómeno efectivamente “críptico”: pocas o pocos saben cómo funciona este sistema que de todos modos mueve muchos hilos de la política y la economía mundial, al punto de que los estados, que tradicionalmente han estado fuera de este tipo de transacciones por la lógica misma de la aparente “certificación colectiva y algorítmica” de estas unidades de intercambio, comienzan a participar en ellas y ven en el sistema uno de los ejes de la economía futura.

Flavia Costa es docente del seminario de Informática y Sociedad en la carrera de Comunicación de la UBA, investigadora adjunta del Conicet con sede en IDAES-UNSAM y autora de una obra prolífica tanto en literatura (*Las anfibias*) como en el periodismo cultural, la edición universitaria y la filosofía (se asocia su nombre al de Giorgio Agamben, de quien es además traductora). Este carácter polifacético de su pensamiento y su escritura, más un estudio minucioso y constante del problema de la técnica y de algunas teorías políticas relevantes como las de Michel Foucault desde hace más de dos décadas, están plasmados en *Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*.

El libro abre con una cita de Günther Anders, gran filósofo alemán que advirtió, en los inicios de la era atómica, sobre el nuevo lugar que el parque tecnológico moderno ocupa en la historia humana, evidenciando pero a la vez denunciando la “obsolescencia del hombre”, como reza una de sus obras. Y en varias entrevistas la propia Costa admite la influencia que ejerció sobre ella el pensamiento de Paul Virilio, centrado en la problemática de la velocidad de la transformación tecnológica y económica del mundo contemporáneo. Se puede decir que Costa asume el *ethos* de Anders y de Virilio en relación con el mundo pospandémico que, sin dudas, significa no sólo “la irrupción de un acontecimiento novedoso, sino el signo de una gran transformación epocal” (p.9). Se trata de una transformación que modifica la relación de la sociedad con ella misma a través de las tecnologías y también con el medio ambiente, con quien se encuentra ligada de otra manera que requiere de un enfoque diferente y de apuestas políticas que aún no tienen nombre.

Ahora bien, lejos del catastrofismo de un Anders o de un Virilio, Costa propone una mirada crítica a través de una grilla de análisis cuidadosamente construida para desembocar en propuestas tangibles y “situadas”, como gusta decirse en la actualidad, sobre la intervención de los –todavía– seres humanos que somos en un mundo que parece llevarnos de las narices. El tecnoceno, definido como la época en que la humanidad se convirtió en un agente geológico en la medida en que las transformaciones que genera son irreversibles, es la era de los “accidentes normales”, previsibles pero a la vez inevitables, donde se producen por un lado “acoplamientos fuertes” (procesos a gran velocidad que no pueden ser detenidos) y por el otro “interacciones inesperadas” entre componentes del sistema por fuera de la secuencia prevista por su diseño. O sea: un estado de crisis permanente, consustancial al capitalismo pero particularmente “irracional” en su manifestación contemporánea, que la pandemia del coronavirus simplemente

puso en blanco y negro. Seguirán otros cataclismos, pues, para los cuales habrá que armarse política y epistemológicamente.

El libro de Costa es pródigo en datos y situaciones que grafican este panorama. Pero, a diferencia de otras obras sobre el mismo tema, está estructurado por una mirada teórica ordena una realidad que inicialmente puede parecer caótica sin por ello ahogar la novedad en la jerga para especialistas. Los capítulos replican en cierto modo la conocida trilogía foucaultiana del saber, el poder en términos anatomopolíticos y biopolíticos y, finalmente, la subjetivación.

“Big data, algoritmos y el nuevo orden informacional” busca dar cuenta de las transformaciones epistémicas que trae la información y a la vez actualiza el diagnóstico clásico de Gilles Deleuze sobre las sociedades de control a través de una revisión crítica de la noción de “gubernamentalidad algorítmica”, acuñada por Antoinette Rouvroy y Thomas Berns. Por un lado, la confianza ciega que expresamos en el uso diario de programas, apps y plataformas de la más diversa índole respecto del manejo de “nuestros” datos, su registro, cuantificación identificación y selección, combinados con la aceleración propia del tecnoceno, puede derivar en un “golpe desde arriba” que pone en jaque algunas de las conquistas que más apreciábamos de las democracias” (p.33). Por el otro, las decisiones delegadas en los sistemas algorítmicos evidencian un “repliegue aparente del poder”, según la imagen que en su momento brindó el propio Foucault sobre un posible “nuevo orden interior” vinculado a la información. Las tecnologías llamadas inteligentes lo serían por valorizar en términos económicos “los restos, los residuos, las huellas de nuestros trayectos en los espacios real y virtual” (p.38).

Para quien se encuentre familiarizado con la cuestión de la gubernamentalidad algorítmica, Costa suma tres escalones más en los pasos a cumplir por estas inteligencias maquínicas: a la captura de datos, la minería de ellos y la perfilización consecuente, cabe agregar “el targeting, la segmentación y la microfocalización”, luego “la autenticación” y finalmente la “identificación o individualización” (pp.49-50). Estos pasos se pueden relacionar con otros términos que ganan terreno en las ciencias sociales para analizar la dimensión subjetiva del sistema compuesto por datos, algoritmos y plataformas, como la noción deleuziana de lo “dividual”: un individuo fragmentado, recombinado y recompuesto en términos de datos. La pregunta que subsiste es, como la propia Costa se pregunta en otros escritos, cuánto somos o creemos ser esos datos.

El capítulo “Hacktivismo, biometría y vigilancia genética” concentra uno de los aportes epistemológicos de *Tecnoceno*: apuntar a las manifestaciones culturales y artísticas, que son tanto o más importantes que los datos “duros” de la política y de la economía para analizar el mundo contemporáneo. “Al menos en los países centrales de Occidente, están siendo los artistas, los diseñadores y las organizaciones no gubernamentales quienes más han visibilizado la pregunta por los usos abusivos de estas tecnologías, frente al comparativo silencio de las principales autoridades políticas, académicas y científicas” (p.85). Costa sigue aquí el trazado de algunos artistas, como la estadounidense Heather Dewey-Hagborg, que exploran a partir de la llamada “biología de garaje” todas las posibilidades de alteración de los mecanismos de identificación forense basados en evidencia genética que terminan extendiéndose a los sistemas de reconocimiento facial empleado por redes sociales como Facebook, entre otros procesos que son presentados como “divertidos”, ludificados, mientras constituyen un auténtico aparato de vigilancia que ataca también a las disposiciones biológicas de los seres humanos. Aquí Costa delimita un horizonte más amplio de la datificación de la existencia, desde los metadatos de las

plataformas hacia la biometría y la alteración de las condiciones biológicas de la especie que impacta en el salto de escala implicado en el tecnoceno.

En el capítulo “Formas de vida infotecnológicas” es el turno de la subjetivación; un proceso de formación de la subjetividad que ya no necesita “postular una nueva definición científica, filosófica, antropológica o filosófica del hombre”, como escribe la autora al final del anterior capítulo, sino que simplemente “funciona” (p.92). Aquí se propone una revisión crítica del transhumanismo, la corriente que aboga por una superación de la condición biológica de la especie humana a través de las tecnologías digitales y las biotecnologías, pero sin replicar el futurismo algo banal de estas propuestas, sino atendiendo a la doble condición de una extrema exteriorización e interiorización del yo que se produce en la actualidad. Se trata de “la tendencia a definir el propio ‘yo’ por elementos cada vez más externos (la apariencia física, la performance social) y, al mismo tiempo, íntimos en sentido biológico (los genes, las neuronas, la síntesis de serotonina)” (p.123). En la condición comunicativa en las redes sociales el yo se expone “y, exteriorizándose, se organiza a sí mismo” (p.134), siguiendo la estela de las reflexiones de la antropóloga argentina Paula Sibilia en su ya clásico *La intimidad como espectáculo*.

Para que estas subjetividades operen de este modo, las plataformas deben disponer de una infraestructura de cables, satélites, servidores, “granjas digitales” como las de las criptomonedas, cerrando así el círculo de la combinación de escalas propias del tecnoceno: una combinación de materialidades digitales, conformaciones subjetivas y transformaciones biológicas en donde “el lazo social orgánico es reemplazado por la red sociotécnica” y en donde “la biología de los organismos es de a poco relevada por la biotecnología y la biología computacional” (p.139).

Todo esto es, pues, el tecnoceno. No se trata de otro nombre para la ya conocida crisis ecológica desdoblada ahora en su faz de pandemia recurrente. Se trata, más bien, de una alteración de las escalas que conectan lo infraindividual con lo macroestructural, los registros y las biomoléculas con la logística de las grandes plataformas, de un modo que exige una comprensión adicional por parte de las ciencias sociales. Esto constituye un segundo aporte fundamental del libro de Costa: llamar la atención de las ciencias sociales para que reconozcan “la necesidad de revisar su aproximación a la sociedad como si la naturaleza no existiera y como si los seres humanos no fueran parte de la naturaleza” (p.163). En definitiva, los seres humanos nos relacionamos hoy a través de la modificación técnica tanto de nuestra subjetividad como de nuestra condición biológica, lo cual pone en jaque precisamente las distinciones entre técnica y cultura, entre lo material y lo simbólico, que presidió la constitución misma de las ciencias sociales y humanas. Y quien las pone en jaque son las instancias de poder que se consolidaron luego de la pandemia y se seguirán consolidando si no se eligen nuevas armas críticas; una suerte de “aventajamiento epistemológico y ontológico” en el que las maravillas de un Elon Musk hacen enmudecer a estados, organismos internacionales y movimientos sociales.

Si las pandemias como emergencias del tecnoceno se siguen resolviendo a través de sucesivos “shocks de virtualizaciones”, al decir de Costa, habrá que poner en cuestión, en el nivel cultural, la llamada “cultura de la vigilancia” por la cual aceptamos cualquier condición de uso de nuestros datos con tal de relacionarnos; en el nivel político, discutir y regular las plataformas existentes e imaginar otras formas de constituir las; en el nivel epistemológico, integrar definitivamente a las ciencias sociales con el resto de las ciencias y cumplir por fin la tan respetada “transdisciplinariedad”; y, finalmente, en el nivel más “psicológico”, replantear la relación entre tecnología y subjetividad sin seguir los patrones impuestos por el transhumanismo de Silicon

Valley. Esto es lo que plantea Costa en su epílogo propositivo, no catastrófico, y al que podemos agregar lo siguiente: hacer todo esto sin aferrarnos a una idea ya caduca de humanidad pero sin desconocer, tampoco, que otras versiones de esa idea pueden ser una guía para entender la trama del tecnoceno e intervenir en su curso.

Referencias

Anders, Günther (2003). “Tesis para la era atómica”, “Carta al piloto de Hiroshima” y “Lo anticuado del hombre. Sobre el alma en la era de la segunda revolución industrial”. En revista *Artefacto. Pensamientos sobre la técnica* Nro.5. Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

Bruno, Fernanda y Rodríguez, Pablo (2021). “The Dividual: Digital Practices and Biotechnologies”. En *Theory, Culture & Society*, 37(1): 73–91. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/02632764211029356?ai=1gvoi&mi=3ricys&af=R>

Deleuze, Gilles (1999). “Posdata sobre las sociedades de control”. En Ferrer, Christian (ed.). *El lenguaje libertario. Antología del pensamiento anarquista contemporáneo*. La Plata, Terramar Ediciones.

Rouvroy, Antoinette y Berns, Thomas (2016). “Gubernamentalidad algorítmica y perspectivas de emancipación ¿La disparidad como condición de individuación a través de la relación?”. En *Adenda filosófica*, nro. 1, Editorial Doble Ciencia, Chile. https://www.academia.edu/30732187/Gubernamentalidad_algoritmica_y_perspectivas_de_emancipacion_n

Virilio, Paul (2009). *Velocidad y política*. Buenos Aires, La Marca Editora.

Redes sociales: un cambio en las relaciones laborales

Rodrigo Iglesias¹

Recibido: 27/6/2022; Aceptado: 4/7/2022

Cómo citar: Iglesias, R. (2022). Redes sociales, un cambio en las relaciones laborales. Revista Hipertextos, 10 (17), pp. 151-154. <https://doi.org/10.24215/23143924e053>

Resumen. El presente texto aborda desde el derecho las posibilidades y obstáculos de la regulación de las redes sociales en Argentina, especialmente enfocando desde un marco del derecho laboral en torno a la figura de los influencers.

Palabras clave: regulación, redes sociales, influencers, derecho laboral, Argentina

La regulación en redes sociales, para el Derecho, es un devenir en cuanto a la regulación sobre los motores de búsqueda en cuanto al contenido y su difusión, la eterna tensión entre libertad de expresión y la responsabilidad de ulterior (que no es nuevo, sino que la OC5/85 de la CIDH ya nos da un análisis sobre la cuestión, a la cual remitimos). Pero como la tecnología avanza y la relación que nosotros tenemos con ella se va transformando, siempre en función a la oferta... en realidad es esa facultad que tienen las empresas en generar necesidades a los usuarios y transformarlos en meros productores (tanto de contenidos, como de datos) y sus principales canales hoy son las redes sociales.

Podemos sentarnos y debatir durante horas sobre protección de datos personales, defensa del consumidor, derecho al olvido, etc, donde damos cuenta que son parte del Derecho Civil y Comercial, pero también existen distintos hechos que son regulados por el Derecho Penal, por ejemplo: Calumnias e injurias, estafas, accesos ilegítimos a dispositivos electrónicos (phishing, sim swapping) amenazas, si bien son las más tradicionales, últimamente se sumaron la suplantación de identificación (que solo es una contravención en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el resto del País no se encuentra tipificado) filtraciones de datos en manos del Estado, las cuales son anunciadas con bombos y platillos en distintas Redes Sociales. Este breve análisis previo nos hace caer en cuenta del punto de quiebre en el que estamos transitando, que ante la ausencia de noción del cambio de paradigma histórico hace creer que no existiera, pero nos hace dar una vuelta de rosca aún más amplia para tener la visión del Derecho Laboral en cuanto a regulación de Redes Sociales propiamente dicha y una mayor inserción del Derecho al

¹ Rodrigo Iglesias es Abogado recibido en la Universidad de Buenos Aires, se especializa en Derecho Informático. Expositor, litigante y miembro de O.D.I.A (Observatorio de Derecho Informático Argentino).

Consumidor, cambios en las responsabilidades Civiles y Comerciales y el Derecho Penal que se encuentra en un desarrollo constante en entornos digitales.

Entonces así las cosas ¿quiénes son los principales generadores de contenidos en las distintas redes sociales? ¿Cómo se los mide? ¿Hay contrato laboral? ¿Qué responsabilidades conlleva? ¿Puede existir la comisión de algún delito? ¿Son solidariamente responsables como productores de la cadena de consumo?

Cambiar la óptica de las regulaciones legales en redes sociales es necesario hacerlo desde la relación laboral, y no solo hacer referencia a los “influencers” sino a enterrar el viejo concepto de “las redes sociales viven por la venta de publicidad, datos personales, estadísticas, etc” sino que los contenidos generados por ciertos usuarios ya son de un tipo de monetización y las propias Redes Sociales se comienzan a encargar de que esos usuarios, no solo continúen produciendo con exclusividad, sino generar una mayor cantidad de contenido y determinar que formato se desea, cautivando al creador de contenido y hacerlo dependiente de esa red social en forma exclusiva.

Para poder controlar el contenido y hacerlo particular de una determinada Red Social es necesario que reciban un pago por el trabajo desempeñado (si, leyó bien: Trabajo) para ello y en países donde los derechos laborales son más flexibles (en realidad, donde hay menor protección a los trabajadores) es que están dando un inicio a realizar este tipo de relaciones laborales con ciertos perfiles, generando un listado donde las diferentes marcas pueden seleccionar a esos usuarios y pagarles en función de las publicaciones indicadas.

Si bien, esto no es lo novedoso, dado que existen muchas marcas que desean que ciertos influencers realicen determinado contenido con su marca (pagando por ello) es cuando notamos que ahora comienzan a existir pagos de distintas Redes Sociales a esos “creadores” y será cuestión del derecho laboral y de la futura jurisprudencia que se genere en cuanto a la relaciones laborales entabladas entre influencers y las redes sociales. Como sabemos, en nuestra jurisprudencia abundan fallos contra las empresas tercerizadas mediante el artículo 29 de la LCT (Ley Contrato de Trabajo) y la responsabilidad solidaria de éstos. Por ello, es de esperar que de continuar y ampliar el terreno con dicha actividad por parte de las redes sociales en nuestro País, la cantidad de procesos judiciales y una regulación por parte del Congreso de la Nación suma a la correspondiente regulación por parte del Ministerio de Trabajo, no se va a demorar en comenzar a generarse. Si bien existe un proyecto de ley sobre influencers en el Congreso de la Nación, es posible que no prospere y se deban realizar modificaciones sustanciales para volver a presentar un proyecto de ley viable, conservando algunos pasajes que si son de utilidad para ser base de cualquier otro proyecto de ley, no es menor que en la última reunión pasada del Mercosur se trató el tema de los influencers y ya hace casi un año de esto, puede ser que la Pandemia, mas que nada el confinamiento estricto, nos haya tenido frente a las Redes Sociales con una mayor cantidad de tiempo, de relaciones, de contactos y de consumo, por esto que se aceleraron muchas cosas, entre ellas la calidad de contenidos que cada una de las redes sociales desean tener y cuales no.

De forma lógica, cada una de las Redes Sociales define las formas, condiciones, necesidades y que contenido es permitido, más allá de lo solicitado por la marca y lo realizado por el influencer, más allá del contrato de términos y condiciones que firmamos al suscribirnos a cualquiera de las Redes Sociales. Ello denota requisitos de una relación laboral y no una simple locación de servicios de los influencers, además de generar una relación desproporcionada entre influencer y la red social, donde ni siquiera tienen ART u Obra Social, esto sin entrar en detalles de jubilación o costos de las herramientas de trabajo, vemos que la precarización laboral hace entender porque las Redes Sociales comienzan a pagar por este trabajo en lugares donde los derechos de los trabajadores son muy laxos, como mencionamos anteriormente. La relación laboral es directa con cada Red Social y no quedan dudas al respecto, la solidaridad mencionada anteriormente puede ser la puerta de ingreso a ciertas demandas laborales y va a ser mas antes que después.

Ahora bien, más allá de los Derechos Laborales, los influencers tienen otros problemas de los cuales siempre hay que estar atentos y somos los abogados quienes informamos de ciertas actividades o publicaciones que son de riesgo elevado y por lo general es por mera negligencia. Hay muchas publicaciones donde se recomienda y se ofertan productos no aprobados por ANMAT o son directamente prohibidos dado que son medicamentos y tienen un régimen específico (donde hasta el influencer puede estar realizando ejercicio ilegal de la medicina) que desconocen y nada mejor que capacitación constante para los creadores de contenidos, mucho más cuando se realizan sorteos donde deben tener en cuenta muchos puntos que hoy son ignorados en su totalidad.

Estas son cosas que los usuarios de forma habitual pueden estar realizando o padeciendo, pero los influencers tienen algunas particularidades cuando no pueden verificar sus cuentas, sea por no cumplir con algún requisito o por no haber realizado el proceso correspondiente. En el primer caso, cuando una ley contenga un marco regulatorio sobre esta profesión, es razonable que existan mecanismos fuera de la propia Red Social para solucionar estos inconvenientes y obviamente el Ministerio de Trabajo debe dar herramientas para que puedan realizar dicha verificación con la mayor brevedad y de una forma simple. En el segundo caso, es la propia Red Social que debe contactar al usuario para que certifique su perfil. Entiendo que se puede sorprender, querido lector ¿que relación tiene verificar el perfil con el derecho o con un influencer? la respuesta no es simple, pero si debemos tomar conocimiento que tanto en sorteos como en interacciones se están duplicando dichos perfiles para solicitar datos personales a terceros, muchas veces para cometer estafas en forma posterior, contactar menores o simplemente para hacerse pasar por el influencer y realizar conductas disvaliosas en general. Esa verificación permite al influencer suspender una cuenta y que los administradores de la Red Social verifiquen los hechos en forma correcta y los valoren en su código de buenas prácticas o conductas. Parece algo extraño, pero son muchos los usuarios que tienen más de una cuenta en Redes Sociales y por ello no se les permite verificar sus perfiles, generando un riesgo al resto de los usuarios por una medida contractual que considero desproporcionada, por lo menos.

En conclusión, el mundo de las Redes Sociales se encuentra en plena mutación, tanto por cuestiones de interacción entre usuarios y en la forma por la cual las distintas Redes Sociales quieren controlar el contenido producido y proteger aquel que les resulta más adecuado a su

finalidad, para ello obtener y fidelizar influencers va a traer aparejado una cantidad de razones para aplicar de forma distinta el derecho actual, quizás se deba generar una ley especial, quedará en un debate de nuestros legisladores y en los distintos casos que nos tendrá a los tribunales interpretando normativa antigua en funciones nuevas, generando jurisprudencia por parte de nuestros jueces, doctrina mediante escritos y textos como estos y en el cambio de finalidad de producir un contenido entendiendo el mismo como un trabajo más, que hoy los más niños ya lo ven de esta forma.

Instrucciones para autores

Hipertextos recibe contribuciones originales e inéditas en lengua castellana que no estén atadas a compromisos editoriales ni sujetas a referato en otra publicación. Consulte las diferentes secciones aquí: <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/about/submissions#políticas>

Los textos serán evaluados por dos pares anónimos externos –por lo que se solicita que se omitan las referencias que permitan identificar al autor más allá de la primera página-.

Los trabajos deben estar escritos en un procesador de textos (en .doc, .rtf, .odt) y han de prepararse de acuerdo a las siguientes normas:

1. Formato general del texto: descargue la plantilla o siga las instrucciones que allí figuran en el siguiente link:
<https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos/libraryFiles/downloadPublic/72>
2. Forma de citado APA Séptima edición

Las contribuciones que no respeten estas normas serán devueltas a los autores.

Una vez preparados, los textos deben enviarse al siguiente correo:

editor@revistahipertextos.org

Los autores de las contribuciones que sean aceptadas para su publicación deberán, en su momento, completar un formulario de cesión de derechos.

Objetivos y alcances

Hipertextos tiene como objetivos:

Contribuir al desarrollo de pensamiento crítico y a la reconstrucción de la creatividad intelectual desde el mismo seno de la academia, enfatizando las transformaciones del capitalismo y las consecuencias sociales de su devenir, tanto en el plano teórico, como en el de los estudios de caso y análisis empíricos.

Rescatar la interdisciplinariedad frente al saber fragmentario e inconexo de la investigación formalmente acreditada. Tratar de crear un ambiente de optimismo crítico y de fuertes convicciones sobre el papel colectivamente relevante del pensamiento y la investigación.

Invitar a participar, convergiendo o divergiendo, a todos aquellos que, desde distintas miradas, se sientan convocados por estas temáticas en particular y por el debate intelectual en general.

Estimular la participación de quienes carecen de titulaciones académicas, ya sea por su juventud o por otros motivos, apuntando a valorizar las producciones de quienes estando por fuera o en tránsito en el mundo académico deseen escribir en Hipertextos.

Temáticas sugeridas

Se enumeran a continuación algunas temáticas indicativas, aunque de ningún modo excluyentes.

- *Relación Conocimiento, Tecnología, Sociedad.* Distintos abordajes del vínculo tecnología-sociedad, referentes a diversas clases de conocimientos y de tecnologías. Tecnologías en diversos períodos históricos. Tecnologías para la inclusión social.
- *Cultura y tecnologías digitales.* Transformaciones en los procesos de producción circulación y consumo de bienes culturales. Música, Cine, TV, textos. Cambios en las pautas culturales de diversos sectores sociales. Patrones culturales on-line: ciberculturas, cultura hacker, comunidades virtuales. Transformaciones en las identidades individuales y colectivas.
- *Capitalismo cognitivo o informacional.* Artículos relativos a la caracterización de la presente etapa del capitalismo. ¿Nueva etapa o continuidad? Estadísticas, trabajos cualitativos y propuestas conceptuales para aprehender el movimiento de la totalidad capitalista.
- *Discusiones sobre la teoría del valor trabajo.* ¿Vigencia, caducidad, limitaciones o reconfiguración de la teoría del valor marxiana? El conocimiento como objeto de la teoría del valor.
- *Trabajo y Tecnologías digitales.* Las transformaciones en el mundo del trabajo: las mutaciones en el mundo laboral asociadas a la difusión de las tecnologías digitales. Trabajo informacional, trabajo inmaterial, digital labour, trabajo mediado por plataformas (gig labour), automatización y prosumerización. La tensión entre el ocio y la explotación (playbour).
- *Circulación, producción y apropiación de conocimientos y bienes informacionales.* Debates sobre trabajo impago, free work y explotación en la web. Nuevos modelos de negocio.

- *El rol de la Propiedad Intelectual en la actualidad.* Debates y experiencias alrededor de los distintos derechos aglutinados bajo este significante. Software Libre y Contenidos bajo Creative Commons. Producción colaborativa mercantil y no mercantil. Distintos tipos de Redes Sociales en Internet, estudios de caso, precisiones teóricas, comparaciones, etc. Tanto redes sociales realizadas con software libre como con software privativo y para distintos fines (Facebook –LinkedIn, Wikipedia, entre otras).
- *Educación y tecnologías digitales.* Educación a distancia, entornos virtuales de aprendizaje, aprendizaje colaborativo, mutaciones en los roles de los actores de la enseñanza. Inclusión digital y educación: Plan 1 a 1, como Ceibal y Conectar Igualdad.
- *Política, políticas públicas y tecnologías digitales.* Políticas públicas en torno de las tecnologías digitales, políticas de acceso e inclusión digital. Derechos humanos y TD. Políticas en torno del uso y producción de software, incluyendo software libre. Digitalización de la gestión estatal, e-government, cambios en los modos de hacer política, ciberactivismo, modalidades de democracia directa, voto electrónico.
- *Control y tecnologías digitales.* Ponencias sobre la llamada Sociedad de Control, desde sus aspectos teóricos hasta estudios de caso. La masificación de las cámaras de vigilancia, los debates sobre la privacidad, la Internet de las Cosas, las bases de datos y otros fenómenos asociados al incremento de las posibilidades de control social digitalizado.
- *Tendencias emergentes.* Inteligencia artificial, big data, criptomonedas, usos montarios y no monetarios de blockchain, impactos económicos, sociológicos, estéticos y filosóficos.
- *Deseo y subjetividad.* Construcción social del deseo, el placer y el goce en entornos digitales. Las aplicaciones de citas (love apps). El consumismo romántico en el capitalismo cognitivo. La mercantilización de los afectos y las alternativas.

Contacto y envío de artículos

editor@revistahipertextos.org

Web

<https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos>

Facebook



<https://www.facebook.com/RevistaHipertextos/>

Instagram



https://instagram.com/hipertextos_revista