TechNE



Sólo existirán
futuros abiertos
si activamos una
imaginación
a la altura
del presente.

TechNE Año III Nº 3
Primavera 2025 - ISSN 3008 - 8828

Revista TechNE
Tecnología naturalis est

ISSN 3008 – 8828

Director

Carlos Marpegán

Editor

Gabriel Ulloque

Consejo Editorial

Susana Leliwa
Nancy Niezwida
Gerardo Drewniak
Carola Rodriguez
Pedro Flores
Maximiliano Laorca
Marcelo Barón
Carolina Tamame
Alejandra Camors
Cecilia Cristina Figueredo
Andrés Sobico
Paola Massa
Gabriel Alfredo Villalba
Luis Alfredo Cayo
José Luis Luque
Adriana Bernardy
Mónica Gallardo
Myriam Duarte
Sebastián Carenzo
Guillermo Santos
Alberto Lalouf
Fernanda Monti
Alba Torres

Consejo Asesor

Abel Rodriguez de Fraga
Diego Lawler
Silvina Orta Klein
Andrés Vaccari
Darío Sandrone
Daniel Richar
Agustín Berti
Argentina Mónico

ÍNDICE

1. EDITORIAL 6

II. ARTÍCULOS 12

2. ELEMENTOS PARA UNA FUNDAMENTACIÓN Y METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA ARGENTINA EN LA ENCICLOPEDIA DE DIDEROT - *Darío Sandrone* 13

3. MÁS ALLÁ DE LA INFORMATIZACIÓN Una lectura desde la perspectiva de Héctor Schmucler para la educación tecnológica en los contextos actuales - *Sergio Salguero y Susana Leliwa* 32

4. CONTRIBUCIONES DE PAULO FREIRE PARA UNA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA CRÍTICA *Nancy Rosa Alba Niezwida - Marcelo Lambach* 48

5. PEDAGOGÍAS EN DISPUTA: EDUCACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIUDADANÍA *Mariana Casas - Mariana León* 67

6. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL INTI Y SUS IMPLICANCIAS. Trayectoria de un organismo estratégico para la soberanía tecnológica. *Mariana Casas - Mariana León* 78

7. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PROMESAS Y ALUCINACIONES *Daniel Blank* 85

8. NUBOSIDAD VARIABLE *Agustín Berti* 106

9. LA EVOLUCIÓN EN LOS SERES VIVOS Y EN LA TECNOLOGÍA ¿Podemos hacer paralelismos? *Marcelo Barón* 116

10. CAMBIO TECNOLÓGICO Y CIUDADANÍA *Silvina Orta Klein* 126

11. LA NOCIÓN DE INTERFAZ COMO CLAVE PARA LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL CRÍTICA *Sebastián Agustín Torrez* 133

12. A LAS VUELTAS CON STEM *Néstor Darío Marinozzi* 150

13. TECNODIVERSIDAD Y PRÁCTICAS CONTRIBUTIVAS 167
La red comunitaria y científica de internet 'Las Lagunitas' - *Daniel Bellomo, María Pía Caminati, Aldana D'Andrea, Emiliano Campoamor*

14. ENSEÑANZA SITUADA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL 179
Tecnologías emergentes en el aula de Educación Tecnológica - *Cristian Alejandro Merolla*

15. EDUCACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS ESCUELAS INTERCULTURALES BILINGÜES DE LA PROVINCIA DE MISIONES - *Cecilia Cristina Figueredo* 191

16. ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Un mapeo sistemático de la literatura - *Roxana Ybarra, Gabriela Iannantuoni* 203

17. LA ÉTICA COMO COMPETENCIA PEDAGÓGICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE DE LA ENSEÑANZA TECNOLÓGICA. FRENTE AL AVANCE DE LA IA EN LA EDUCACIÓN - *Rita Illanes, Martínez Nicolás* 216

III. EXPERIENCIAS DE AULA 226

18. RE-APROPIARSE DE LA TECNOLOGÍA: UN HORIZONTE EMANCIPADOR EN CHACRA LA MERCED *María Soledad Boiero* 227

19. LA ALFABETIZACIÓN INICIAL. PROPUESTA INTERDISCIPLINARIA. APORTES DESDE EL ÁREA DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA - *Marta Rosa Gatti, Regina Lencina, Sergio Gabriel Lizarraga, Sandra Catalina Villagra, Noemí Dalila* 232

IV. ESPACIO PARA INSTITUCIONES 237

20. RECONFIGURACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGÍA. Sentidos, tensiones y desafíos en el nuevo plan del Profesorado Universitario en Tecnología *Alejandra Camors y Cecilia Figueredo* 238

21. PROFESORADO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA Instituto 9 de Julio – Tucumán *Prof. Martín Herrera – Ing. Maximiliano Lahorca* 242

22. EDUCACIÓN TECNOLÓGICA SÍ, GRACIAS. 3er Congreso Nacional de Educación Tecnológica en Salta. *Luis Alfredo Cayo - Laura Ester Campero* 245

V. CRÓNICAS TECNOLÓGICAS DE LA PATERNAL PROFUNDA *Andres Sobico* 248

VI. SECCIÓN ESPECIAL 251

PRÓLOGO DE LOS EDITORES 252

S.E. 1. MANIFIESTO TECNOPOLÍTICO - *Javier Blanco, Emmanuel Biset, Flavia Costa* 254

S.E. 2. CONCIENCIA DE UN HACKER - Revista el Paseante - 1995 267

1. EDITORIAL

La cultura es la *técnica de ordenamiento del mundo*
que hace posible lo humano

Agustín Berti[1]

Estimados/as/es, lectores, colegas y amigos/as/es:

A poco de publicar el Número Especial dedicado a un completo dosier del IX Encuentro Internacional de Docentes e Investigadores en Educación en Tecnología que tuvo lugar en Colombia (Bogotá, octubre del 2024), hoy estamos complacidos de presentar nuestro Tercer Número de Technologia Naturalis Est (TechNE),

Este Tercer Número contiene substanciales aportes y reflexiones sobre la creciente complejidad de nuestro objeto de estudio: el mundo artificial. TechNE sigue desplegando así el aporte fundamental que realiza la Educación Tecnológica – en todas sus dimensiones – para una formación ciudadana integral.

El acelerado cambio tecnológico que vivimos influye en todos los aspectos de la vida planetaria, a menudo de un modo que no podemos prever y que nos afecta sin poder articular reacciones. Las tecnologías emergentes y en particular las digitales desafían al pensamiento crítico e interpelan a la educación. Sabemos que el conocimiento tecnológico y la capacidad productiva nacional constituyen un patrimonio fundamental de toda nuestra comunidad, y es allí donde las políticas educativas tienen un rol decisivo en la gestación y en el desarrollo de soberanía tecnológica.

El epígrafe de Agustín Berti implica que es imposible entender la acción técnica en el mundo contemporáneo sin una completa educación tecnológica. Vale decir que no es suficiente brindar pericias técnicas instrumentales, la educación debe además brindar *formación cultural*, porque puede ser nefasto intervenir la artificialidad sin comprender antes la dinámica de su funcionamiento.

En estos tiempos hipertecnificados, difíciles y vertiginosos, este Tercer Número, en sus diferentes artículos, sigue dando cuenta de la complejidad y de los desafíos que enfrenta hoy la Educación Tecnológica. Pero dejemos que los autores hablen por si mismos…

[1] Berti, A. (2022). *Nanofundios. Crítica de la cultura algorímica*. Córdoba: La Cebra. Pág 22.

Darío Sandrone afirma que en nuestro país, desde hace más de tres décadas, prospera el proyecto de una educación tecnológica universal; y postula que los fundamentos de nuestro espacio curricular ya pueden encontrarse en la Enciclopedia (de Diderot y D'Alembert, 1751-1772), prodigioso texto que divulga y populariza las técnicas y procesos de producción como patrimonio de saberes valiosos de la comunidad, anticipando así la construcción de una cultura tecnológica profundamente integradora y popular.

Sergio Salguero y Susana Leliwa hacen una relectura de *La educación en la sociedad informatizada* (1983) de Héctor Schmucler para pensar una Educación Tecnológica integral en el contexto de la cultura digital contemporánea. Con base en el lúcido pensamiento de Schmucler, argumentan que la Educación Tecnológica no puede reducirse al manejo de dispositivos o lenguajes de programación, sino que debe habilitar una comprensión crítica de la dinámica *datos–algoritmos–plataformas* y de las asimetrías de poder que configuran nuestras interacciones digitales.

Nancy Niezwida y Marcelo Lambach proponen una transformación de la Educación Tecnológica fundamentada en Paulo Freire, cuestionando el abordaje convencional de problemas por su desconexión con la realidad comunitaria y tendencia a reproducir educación bancaria. Frente a la complejidad del "tecnoceno" —transformaciones sociotécnicas de alcance precorporal, poblacional y planetario— proponen la Investigación Temática como metodología para organizar el currículo desde situaciones significativas que encierran contradicciones comunitarias.

Mariana Casas y Mariana León contribuyen a la construcción de un perfil de la Educación Tecnológica para la construcción de ciudadanía recurriendo los valiosos aportes de las pedagogías críticas contemporáneas. A partir del pensamiento de calificados autores como John Holloway, Catherine Walsh, Enrique Dussel y Paulo Freire, las dos Marianas nos invitan al diálogo y a la construcción colectiva de sentidos en la búsqueda de una educación para la vida, basada en la pedagogía de la liberación y la pregunta transformadora.

En otro artículo, Mariana Casas y Mariana León abordan la trayectoria histórica y el rol estratégico del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) – hoy seriamente amenazado – en el desarrollo científico-tecnológico argentino. Desde una perspectiva sociotécnica, analizan cómo este importante organismo ha funcionado

como un puente entre el conocimiento científico-técnico y las necesidades productivas del país, contribuyendo a la construcción de soberanía tecnológica, inclusión social y desarrollo federal. Las autoras enfatizan la necesidad de repensar la Educación Tecnológica desde una mirada crítica que incluya las dimensiones sociales, culturales y políticas de los desarrollos tecnológicos.

Daniel Blank, por su parte, despliega un sólido análisis crítico sobre la llamada “inteligencia artificial” (IA) y sus diferentes proyecciones, junto a nuestra creciente sobredependencia del uso de datos digitalizados. Blank considera que por ahora IA es un término de marketing más que una disciplina consolidada. Sus reflexiones son vitales para la Educación Tecnológica, porque desmitifica varios aspectos de la IA, delimita sus alcances y señala los riesgos asociados. Además nos alerta sobre un sinnúmero de problemas candentes, tales como los problemas medioambientales y la crisis del trabajo, a la vez que pone en cuestión la visión antropocéntrica del mundo junto con la supervivencia de la humanidad misma.

Agustín Berti reflexiona sobre la red sociotécnica llamada “capitalismo de la nube”, que implica un complejísimo sistema y sus componentes: físico material, social y teórico conceptual. Percibir y comprender cómo funcionan hoy estas infraestructuras digitales – sus diferentes procesos y sus efectos – implica un problema pedagógico vital que interpela a la Educación Tecnológica. Para Berti, la formación de ciudadanos críticos se ha convertido en un desafío político-educativo de primer orden ya que las mediaciones digitales impregnan los cimientos mismos de la vida contemporánea.

Marcelo Barón analiza conceptualmente los paralelismos entre evolución biológica y cambio técnico, advirtiendo diferencias fundamentales: mientras la evolución natural ocurre mediante mutaciones aleatorias y selección ambiental, el cambio técnico responde a decisiones humanas intencionales mediadas por factores económicos y sociales. Introduce la "delegación de funciones" como paradigma central del desarrollo tecnológico —proceso de transferencia progresiva de tareas humanas a artefactos— impulsado bajo el capitalismo por la maximización de rentabilidad. Barón, advierte sobre la obsolescencia programada como fenómeno que subordina durabilidad y sostenibilidad al lucro, generando graves consecuencias ambientales y sociales.

Silvina Orta Klein aborda cuestiones conceptuales y didácticas con relación a la tecnificación y el cambio técnico. A partir del aporte de importantes autores, sostiene que entender el cambio nos permite identificar relaciones, procesos y trayectorias de los objetos y sistemas técnicos incluyendo a los actores participantes. Finalmente propone el desafío de producir y seleccionar materiales didácticos para los diferentes niveles del sistema educativo.

Sebastián Torrez introduce a la noción de interfaz, de creciente importancia en la Educación Tecnológica, señalando el valor teórico del concepto de interfaz para lograr una alfabetización tecnológica crítica en el marco de la cultura digital contemporánea. En su artículo, Torrez recurre a las teorías de Gilbert Simondon y de Bruno Latour, y brinda como hilo conductor el ejemplo de la interfaz de la pantalla del celular.

Néstor Marinozzi comparte reflexiones críticas a propósito del modelo STEM como propuesta metodológica. El autor afirma que STEM tiende a reproducir ciertas políticas educativas norteamericanas que desconocen los últimos desarrollos pedagógicos y filosóficos europeos y sudamericanos. Remarca la necesidad de desarrollar primero una Educación Tecnológica con firmes bases conceptuales antes de integrarla con otras disciplinas, para no perder el objetivo de una formación ciudadana plena en términos de horizonte de soberanía tecnológica.

Daniel Bellomo, María Pía Caminati, Aldana D'Andrea y Emiliano Campoamor nos presentan el caso de la red comunitaria y científica de internet 'Las Lagunitas', situada en una zona rural de las Sierras de Córdoba. Este caso es de gran valor ejemplificador y educativo porque se trata de una experiencia concreta de tecnodiversidad y prácticas contributivas. En Educación Tecnológica aspiramos a combatir la penetración de la monocultura tecnológica global que reduce a las personas al rol de usuarias pasivas. Este proyecto demuestra que las alternativas basadas en la participación comunitaria y en el conocimiento situado son posibles y que contribuyen a aumentar nuestra soberanía tecnológica.

Cristian Merolla comparte una propuesta didáctica centrada en la enseñanza de los sistemas de control, con fundamentos disciplinares, criterios pedagógicos y recursos accesibles. En este marco, el autor destaca el potencial didáctico de los kits de programación y robótica, no sólo como herramientas técnicas, sino como

tecnologías educativas que habilitan nuevas formas de enseñar, aprender y reflexionar críticamente sobre los procesos sociotécnicos contemporáneos.

Cecilia Cristina Figueredo investiga la Educación Tecnológica en escuelas interculturales bilingües de Misiones, evidenciando una tensión epistemológica fundamental: el currículo convencional opera desde categorías fragmentadas (mundos natural/artificial/social, tiempo lineal, territorio físico delimitado), mientras la cosmovisión Mbya Guaraní sostiene una perspectiva holística "bio-tecno-espiritual". Para esta comunidad, el tiempo es circular, el territorio constituye relaciones geo-sociales no objetivables, y la tecnología se orienta al equilibrio con la naturaleza más que al progreso material. Una genuina Educación Tecnológica Intercultural requiere una cultura tecnológica situada que recree saberes ancestrales.

Roxana Ybarra y Gabriela Iannantuoni también exploran cómo la robótica educativa puede contribuir a desarrollar el pensamiento lógico y a promover habilidades tales como la creatividad y la resolución de problemas, a través del diseño, la construcción y la programación de robots en la educación primaria y secundaria.

Rita Illanes y Nicolás Martínez plantean la cuestión de la ética como competencia pedagógica en la formación docente frente al avance de la inteligencia artificial. Resaltan así el rol de la ética como virtud necesaria al producir conocimiento mediante el uso y el procesamiento criterioso de la información en los diferentes espacios propios de la práctica docente.

Marta Gatti, Regina Lencina, Sergio Lizarraga, Sandra Villagra y Noemí Dalila, comparten desde Tucumán una interesante propuesta didáctica interdisciplinaria con foco en la alfabetización inicial. Se trata de un trayecto de capacitación de docentes de nivel primario que integra principalmente Educación Tecnológica y Lengua, considerando que los niños se comunican, leen y escriben en diversos entornos mediados por la tecnología. La experiencia muestra que en los tiempos actuales la alfabetización tecnológica es clave tanto para la enseñanza situada de habilidades comunicativas como para la construcción de cultura tecnológica.

Alejandra Camors y Cecilia Figueredo reflexionan sobre los sentidos, tensiones y desafíos que entraña la reconfiguración de la enseñanza en el proceso de diseño del nuevo plan del Profesorado en Tecnología de la Universidad Nacional de Misiones

en Oberá. Se trata de encarar una transformación epistemológica que desplaza el foco desde una visión instrumental de la tecnología (entendida como simple conjunto de herramientas o técnicas para la resolución de problemas prácticos) hacia una construcción social más compleja, cargada de historicidad y atravesada por valores, disputas y tensiones que involucran la configuración misma de lo humano.

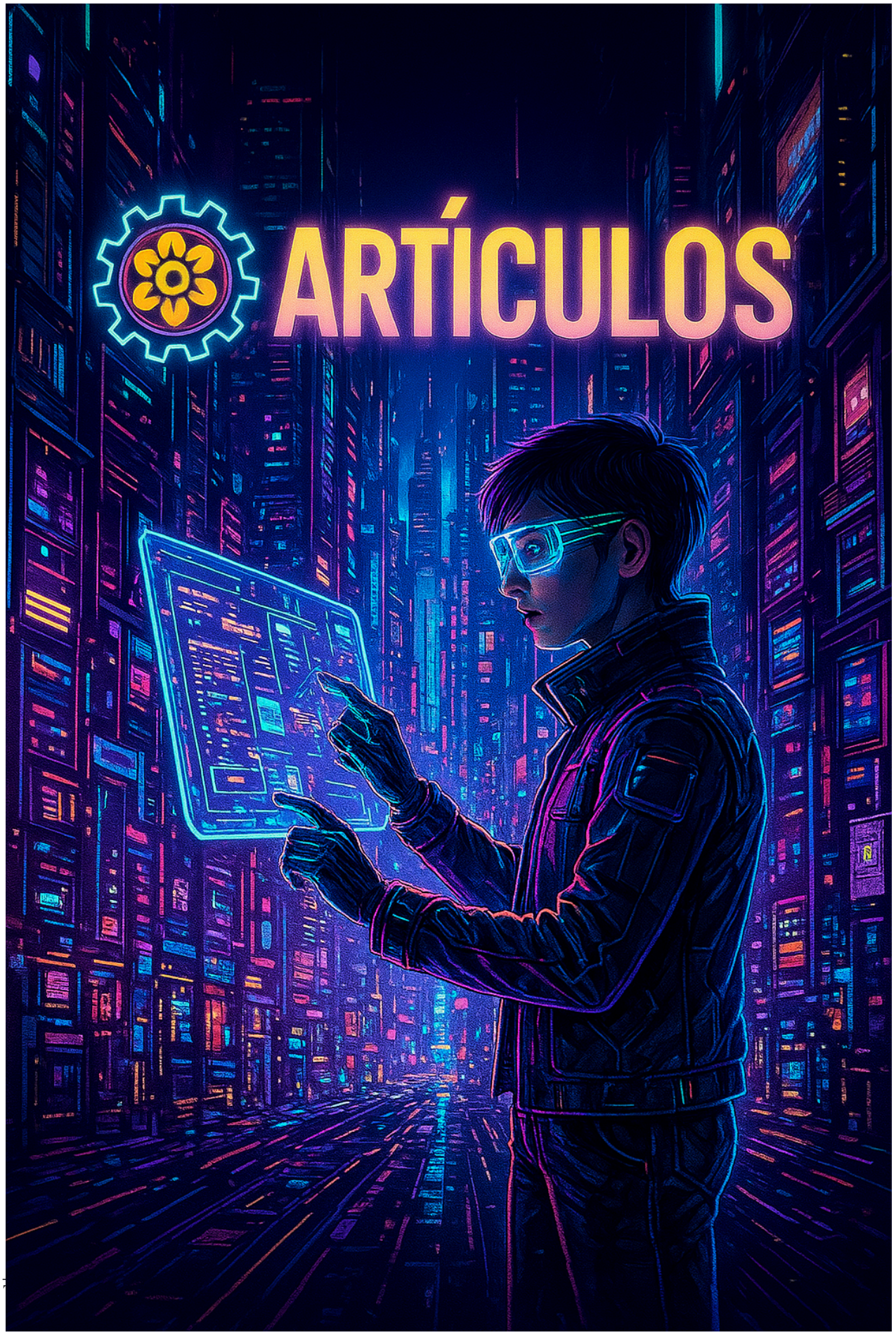
El grupo de Mujeres En Tecnología, nos relata una profunda experiencia de Educación Tecnológica No formal, con mujeres de la localidad cordobesa de Chacras de la Merced, el proyecto desarrollado junto a la Asociación OMAS, representa una experiencia significativa de Educación Tecnológica no formal que desafía las barreras tradicionales de acceso. Se busca, así, sortear condicionantes estructurales y cumplir expectativas de inclusión digital.

Martín Herrera y Maximiliano Lahorca comparten más noticias de actividades desde Tucumán. Con relación a la fiesta patria del 9 de Julio, afirman que la tecnología es una construcción social indisoluble del contexto. Martín y Maxi mencionan el proceso de revisión de Diseño Curricular que también vive la carrera del Profesorado de Educación Tecnológica allí en Tucumán. Además dan cuenta de las jornadas capacitación en “didáctica de la Educación Tecnológica” en varios puntos de la Provincia. Y también relatan la excelente experiencia interprovincial que significó dictar el Curso virtual de capacitación: “La planificación didáctica de los sistemas de control y los automatismos” producido por la “Asociación Provincial de Educación Tecnológica” de Chubut. La iniciativa tuvo un particular tinte federal ya que se contó entre los asistentes a docentes y estudiantes de distintas provincias del norte, centro y sur del país y desde Salta, el profesor Alfredo Callo nos comenta todo lo acontecido en el 2do Congreso Nacional de Educación Tecnológica de la Provincia de Salta, organizado en Noviembre del 2024.

Agradecemos a los autores por su valiosa contribución y a nuestros lectores por compartir nuestro afán por una Educación Tecnológica cada vez mejor y más actualizada.

Carlos María Marpegán - Gabriel Ulloque

Primavera del 2025


ARTÍCULOS

2. ELEMENTOS PARA UNA FUNDAMENTACIÓN Y METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA ARGENTINA EN LA ENCICLOPEDIA DE DIDEROT[2]

Darío Rubén Sandrone[3]

> "En cada uno de esos textos está la idiosincrasia de Kafka, en grado mayor o menor, pero si Kafka no hubiera escrito, no la percibiríamos… El hecho es que cada escritor crea sus precursores." (Jorge Luis Borges. "Kafka y sus precursores", *Otras Inquisiciones.)*

Resumen

En Argentina, desde hace más de tres décadas, prospera el proyecto de una educación tecnológica universal. En este artículo proponemos que muchos de los fundamentos de la educación tecnológica como se la entiende en la actualidad pueden encontrarse en *L'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, publicada en París hace más de doscientos cincuenta años, en un periodo que abarca desde 1751 a 1772. De alguna manera, que intentaremos especificar, esta obra inaugura el debate sobre la educación tecnológica universal que ha adquirido intensidad en estas últimas décadas. Desde nuestro punto de vista, su comprensión en el marco de la historia de la educación tecnológica enriquece la comprensión de la dinámica actual de la Educación Tecnológica y sirve para mejorarla.

Palabras clave: Educación Tecnológica – La Enciclopedia (de Diderot y D'Alembert) – Saber técnico – Métodos didácticos

[2] Artículo originalmente publicado en Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería / Año 5 / Nº10 / Febrero 2016.

[3] Darío Sandrone (Arroyito, 1983) es Profesor y Doctor en Filosofía por la Universidad Nacional de Córdoba. Actualmente es docente y Vicedirector de la Escuela de Filosofía de la UNC. Es docente de la Maestría en Tecnología Políticas y Culturas y coordina el Programa de investigación "Objetos tecnológicos e información" en el Centro de Estudios Avanzados de la UNC. Codirige el proyecto de investigación "Prometeo y el algoritmo. La inteligencia artificial a la luz de la filosofía de la técnica del siglo XX y XXI" financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SeCyT-UNC). Es coautor del libro Tecnologías Entrañables (Catarata, 2017), y autor de "Selva Artificial. La vida entre las máquinas" (Editorial UNC, 2019) y "De lunes a viernes, las cosas" (Editorial UNC, 2022) .

Introducción

En Argentina, desde hace más de tres décadas, prospera el proyecto de una educación tecnológica universal. Este no es un hecho aislado sino que responde a un proceso internacional de inserción de la Educación Tecnológica en el currículum (De Vries, 2011) con el objetivo de que llegue a todas las personas atravesando todos los niveles del Sistema Educativo. Simultáneamente, esta pretensión de universalidad se refleja en la agenda de organismos internacionales y de poderosas e influyentes asociaciones profesionales (Acevedo, 2003). En este sentido, uno de los principales desafíos con los que se encuentra este proyecto es el de tender puentes conceptuales entre las dos esferas de sentido que componen el espacio, "educación" y "tecnología", la cuales, en muchas ocasiones, poseen historias, valores y tradiciones disímiles e, incluso, contradictorias. Por ese motivo, la Educación Tecnológica se ha consolidado como una disciplina institucionalizada y un objeto de investigación legitimado al interior de las Ciencias de la Educación. No solamente es un espacio de transmisión de saberes tecnológicos sino que es, además, una fuente de conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje de los diferentes aspectos de la tecnología.

Por otra parte, la educación tecnológica universal es, por definición, heterogénea en cuanto a contenido y criterios pedagógicos. En gran medida esto se debe a la naturaleza del fenómeno tecnológico ya que "si no existe una definición de la tecnología que sea universalmente aceptada, mucho menos habrá una para la educación tecnológica" (Gilbert, 1995: 15). Cabe aclarar, sin embargo, que la diversidad no es perjudicial *per se*, todo lo contrario. Dado que la tecnología es un fenómeno complejo que presenta múltiples aristas, la pluralidad de enfoques pedagógicos se convierte en un factor de enriquecimiento teórico del área, pero si esta pluralidad no está fundada en ciertos acuerdos conceptuales y metodológicos mínimos, el espacio curricular queda debilitado. Debido a eso, en el año 2011, y con el propósito homogeneizar los criterios pedagógicos, el Ministerio de Educación de la Nación Argentina dio forma a los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP)[4] de

[4] Los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para la Educación Inicial, Primaria y Secundaria fueron elaborados mediante un proceso que incluyó trabajo técnico, consultas regionales, y discusiones y acuerdos federales. Participaron de los mismos representantes de las provincias argentinas y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y equipos técnicos del Ministerio Nacional.

Educación Tecnológica, los cuales aún están siendo recogidos, estudiados y asimilados por la comunidad educativa. Los NAP son el resultado de una serie de disputas y debates en torno a la naturaleza del conocimiento tecnológico y las modalidades deseables de su enseñanza. Estos debates están asociados inevitablemente a la exigencia de universalidad de la Educación Tecnológica, ya que si ésta estuviera ligada exclusivamente al mundo del trabajo —tal cual lo ha estado tradicionalmente— como un proceso en el cual los expertos transmiten habilidades y saberes a las nuevas generaciones de trabajadores para obtener una mano de obra capacitada, los principios de la ingeniería y del mercado moldearían los criterios educativos. En cambio, concebida como un fenómeno con valor cultural, convergen en la Educación Tecnológica fundamentos sociales, políticos, antropológicos, epistemológicos e históricos que buscan responder de la mejor manera a un conjunto de interrogantes que podríamos sintetizar en una sola pregunta: ¿Qué es lo que *debe* saber de tecnología todo ciudadano en una democracia altamente tecnificada?

Siguiendo esta línea de razonamiento, en este artículo proponemos que muchos de los fundamentos de la educación tecnológica como se la entiende en la actualidad pueden encontrarse en *L'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*[5] (*La Enciclopedia*, de ahora en más), publicada en París hace más de doscientos cincuenta años, en un periodo que abarca desde 1751 a 1772. De alguna manera, que intentaremos especificar en lo que sigue, esta obra inaugura el debate sobre la educación tecnológica universal que ha adquirido intensidad en estas últimas décadas. Con ello no queremos decir que aquel proyecto pergeñado por un grupo jóvenes escritores y algunos libreros parisinos a mediados del siglo XVIII es la causa de la concepción universal de la educación tecnológica contemporánea. Más bien, como sugiere el epígrafe borgeano de este artículo,

[5] En noviembre de 1750 Diderot, bajo el título de *Prospectus,* publicó una descripción de *La Enciclopedia,* con una tirada de 8000 ejemplares, donde anticipaba su contenido y explicitaba el método de trabajo que habían seguido los colaboradores, dibujantes y editores. El *Discurso Preliminar*, escrito por D'Alembert y publicado junto al primer tomo de *La Enciclopedia* en julio de 1751 es un texto de un tono más filosófico y abstracto que el *Prospectus*, donde se intenta dar un panorama general del estado de la ciencia y las artes y los fundamentos filosóficos de los conocimientos que se han seleccionado para ser publicados y de la manera en que se han ordenado dichos conocimientos. En la segunda mitad de *El Discurso Preliminar*, sin embargo, D'Alembert expone nuevamente el *Prospectus* citando pasajes enteros. En nuestras citas, las que se refieran a una numeración superior a la página 131 (es decir, la gran mayoría) corresponde a los pasajes tomados del *Prospectus* por D'Alembert.

creemos notar rasgos idiosincráticos de la Educación Tecnológica actual en *La Enciclopedia* pero afirmando, a la vez, que si la Educación Tecnológica no hubiese seguido el camino que siguió en el último cuarto del siglo XX no los percibiríamos con tanta nitidez. No nos comprometemos, entonces, con *una* historia de la educación tecnológica, sino con la propuesta de que la modalidad contemporánea de ese campo enriquece los debates sobre la historia de la educación tecnológica y que, a su vez, ese enriquecimiento redunda en beneficios para comprender y mejorar la dinámica actual de la Educación Tecnológica (Waetjen, 1992; Pannabecker, 1994). Más claramente, no nos interesa tanto lo que dicen los enciclopedistas sobre la transmisión del conocimiento técnico en el siglo XVIII como lo que *nos dicen* sobre los fundamentos, los métodos y los actores de la Educación Tecnológica universal pretendida en la actualidad.

En la primera parte de este artículo, intentaremos mostrar cómo se articulan las dimensiones pedagógicas y gnoseológicas en *La Enciclopedia* a partir de una teoría del conocimiento técnico que fundamenta la obra y de la cual se exploran diferentes aspectos metodológicos para la transmisión del conocimiento técnico. Lo haremos a través del análisis de algunos pasajes del *Discurso Preliminar*[6] así como del formato de las ilustraciones que acompañaban los tomos de *La Enciclopedia*. Luego, en el último parágrafo, sugeriremos algunas continuidades con el proyecto educativo actual, que podrían echar luz sobre la planificación de estrategias pedagógicas en el terreno de la Educación Tecnológica, basada en la comprensión de fenómenos cognitivos relacionados con el saber técnico. Somos conscientes que no agotaremos todas las continuidades y que las que exploramos son desarrolladas muy esquemáticamente. En todo caso, este artículo se presenta como un programa para investigar los vínculos entre la concepción y los fundamentos de la Educación Tecnológica actual en Argentina y la historia de los intentos pedagógicos alrededor de la tecnología.

La jerarquía del saber técnico y el receptor universal

[6] “Jamás se había intentado nada de semejante magnitud. Existían monografías sobre industrias individuales. Existían monografías sobre industrias individuales, destinadas a los científicos y La Academia de Ciencias había estado cavilando sobre un proyecto similar dirigido a los expertos, pero la idea de ofrecer una descripción de todos los trabajos manuales, dirigida al público lector en general, era ciertamente inaudita. Y no solo era nueva: una obra que iba a contener todas las herramientas del trabajador, pero muy poca información acerca de reyes, casas gobernantes, grandes batallas o santos, era también revolucionaria” (Blom, 79)

La Enciclopedia no fue el primer libro que transmitió conocimientos técnicos ni que versó sobre máquinas y oficios. Tampoco fue la primera enciclopedia ni la más completa ni la más larga ni la más erudita. Pero, concebida como una herramienta de educación pública, su originalidad consistió, entre otras cosas, en el lugar privilegiado que los enciclopedistas le otorgaron a ese tipo de saberes.[4] Con esta obra aparece por primera vez de manera nítida, definida y explícita la noción de receptor universal del saber tecnológico porque se concibe por primera vez a los oficios y procesos técnicos de producción como un saber culturalmente relevante y no de interés exclusivo, sectorizado y circunscripto a una actividad laboral determinada. La pretensión enciclopédica de presentar por escrito todos los saberes de un campo o una época puede rastrearse hasta los orígenes mismos de la escritura.[7] Por otro lado, los intentos específicos de transmitir algún tipo de saber técnico por medio de la escritura y el dibujo han proliferado desde el renacimiento. Con Leonardo como precursor, el siglo XVI ha sido el generador de una vasta bibliografía sobre construcción, instalación y funcionamiento de máquinas y artefactos, así también como manuales para la realización de procesos técnicos como minería y herrería (Ferguson, 1978; Moon, 2007). Estos libros tenían un origen y un propósito específico. Según Eugene Ferguson, existen dos tradiciones que operaban dentro de ese "movimiento editorial": por un lado, las notas de ingenieros; por el otro, los manuales de procesos técnicos. Ambas corrientes, sin embargo, poseían algo en común: los autores de los textos eran expertos en el saber técnico que querían transmitir y los destinatarios de estos textos eran colegas o lectores interesados en reproducir las técnicas que en los libros aparecían. En otras palabras, los libros tenían un origen y un destinatario experto y/o perseguían un fin práctico.

Por ello*, La Enciclopedia* no sólo significó una ruptura deliberada con la tradición enciclopedista ya que otorgó una jerarquía inusitada a los procesos y medios técnicos a través de "una obra que iba a contener todas las herramientas del trabajador, pero muy poca información acerca de reyes, casas gobernantes, grandes batallas o santos…" (Blom, 2004: 79), sino que también marcó un quiebre con aquellas publicaciones, esas a las que hacíamos referencias y que tenían como

[7] El lector puede consultar el recorrido de los distintos intentos enciclopédicos que realiza Phillip Blom en el prólogo a su libro *Encyclopédie* y que consultaremos aquí en numerosas ocasiones.

objeto específico a las artes mecánicas. En primer lugar, su origen no es experto. No son los ingenieros o los artesanos —remendones de zapatos, peltreros, sastres, talabarteros, cerrajeros, orfebres, vidrieros, latoneros, fabricantes de pelucas, de alfileres o guantes— quienes escriben los artículos referidos a los oficios. Como lo indica la portada del primer tomo, se trataba de un proyecto hecho *"per una societé de gens de lettres".*[8] El hecho de que esta afirmación esté colocada en la portada, justo debajo del título de la obra, nos da la pauta de la importancia que tenía para los enciclopedistas que sean hombres de letras quienes se habían dedicado a dilucidar en qué consistían los saberes del artesano. No obstante, esta tarea tan particular que los enciclopedistas se habían autoimpuesto, se realizaba en un escenario cultural hostil ya que "[s]e ha escrito demasiado sobre las ciencias; no se ha escrito bastante bien sobre la mayoría de las artes liberales; no se ha escrito casi nada sobre las artes mecánicas" (D'Alembert, 1985:147). Por otro lado, su finalidad no es exclusivamente la utilidad práctica y su destinatario no es únicamente el experto o académico, sino un lector universal que no concibe a *La Enciclopedia* como un medio para perfeccionarse en el oficio ni como un manual de instrucciones, sino como un libro de lo que hoy podríamos llamar "cultura general".

La multiplicidad de actores educativos

El objetivo de llegar a un lector universal enfrenta a los enciclopedistas con el hecho de asumir la emergencia de actores educacionales absolutamente novedosos, los artesanos: "[t]odo nos llevaba, pues, a recurrir a los obreros" (D'Alembert, 1985: 147). Esto promueve una nueva modalidad en el vínculo entre los portadores de los saberes legitimados y los portadores del saber técnico. Más claramente, es el comienzo de una reconfiguración en los términos en que se relacionan, por un lado, los círculos ilustrados y, por el otro, los tecnólogos. Los primeros estaban acostumbrados a ser alumnos, profesores y escritores; eran conocedores de la lógica de la comunicación, los métodos deliberados de enseñanza y los debates con cierto grado de abstracción y generalidad. Los segundos, en cambio, ignoraban (y eran ignorados por) ese mundo de libros y cátedras. No obstante, de pronto, eran poseedores indiscutibles de un saber requerido, valorado y que despertó el interés de agentes extraños al mundo de los talleres. Ninguno de estos dos círculos sociales

[8] *"… [P]or una sociedad de gente de letras".*

era autosuficiente para llevar adelante un proyecto de educación técnica universal y *La Enciclopedia* tematiza sin pudores los conflictos que emergen de este nuevo orden, consecuencia directa de la convergencia entre la educación pública (dominada por el hombre entrenado en las letras, la filosofía, las artes liberales y las ciencias) y los saberes técnicos (poseídos por el artesano) recluidos al ámbito privado de los talleres y los gremios. La iniciativa emergió desde la esfera intelectual y también académica. Fueron estos sectores, guardianes naturales de la cultura —su ordenamiento, valoración y transmisión— los que decidieron darle credenciales a un ámbito postergado como el de las artes mecánicas y los oficios.

En efecto, el choque de estos dos universos culturales no estuvo exento de tensiones y resistencias. No podía estarlo. Para Diderot, los inconvenientes no sólo consistían en la gran cantidad de artesanos analfabetos sino que, además, los que sabían escribir tenían serias dificultades para conceptualizar, ordenar y jerarquizar sus conocimientos. Según se desprende del *Prospectus*, existen dos factores que obligan a que, entre el lector y el artesano, exista la mediación del enciclopedista. El primero es contingente, extrínseco a la técnica. Se debe a las condiciones de pobreza y necesidad en la que han aprendido y desarrollado su saber los artesanos y que han limitado sus recursos expresivos. Esto no necesariamente debe ser así, ya que aunque “[e]ntre mil apenas hallaremos una docena capaces de explicarse con algo de claridad sobre los objetos que emplean y sobre las cosas que fabrican” (D’Alembert, 1985:148), esa docena demuestra que la desorden conceptual no es intrínseco del oficio. D’Alembert en su parte del *Discurso* también resalta la contingencia del vínculo entre pobreza y el arte mecánico. El segundo factor, alude a las dificultades para expresar el saber técnico que son intrínsecas a las actividades mecánicas. Si bien Diderot mira con cierta sorpresa a quien después de trabajar durante cuarenta años en una máquina no puede explicar cómo funciona (Ibíd.), afirma paradójicamente que sólo trabajando en esa máquina se puede tener una noción de su funcionamiento. Esta última afirmación implica un reconocimiento del carácter tácito del saber técnico: por más que el obrero supiera cómo funciona la máquina, en algunos casos, no se lo podría decir con claridad al enciclopedista o, lo que es lo mismo, éste no podría comprender lo que el obrero le explica. En ese punto, Diderot vacila entre calificar de “oscuras” a las explicaciones de los obreros y, a la vez, de “imposible” la plena transmisión del conocimiento técnico por medio del

lenguaje articulado. Aparecen así dos problemas diferentes para el enciclopedista: traducir el saber subjetivo del artesano y traducir el arte en sí mismo. En relación con el primer problema, el gesto diderotiano tiene reminiscencias socráticas ya que comienza con la enunciación de la ignorancia propia en materia de jerga técnica sólo para poner en evidencia la *verdadera* ignorancia de los artesanos.

> De esta manera nos hemos convencido de la ignorancia en que se está sobre la mayor parte de las cosas de la vida, y de la dificultad de salir de esa ignorancia (…) nos hemos puesto en condiciones de demostrar que el hombre de letras que mejor sabe su lengua, no conoce la vigésima parte de las palabras; que aunque cada arte tenga las suyas, esta lengua es todavía muy imperfecta; que los obreros se entienden gracias a la costumbre de conversar unos con otros y mucho más por el rodeo de la conjetura que por el uso de los términos precisos. (D'Alembert, 1985:148).

Si bien para Diderot los hombres de letras son ignorantes, su ignorancia apenas se reduce a desconocer algunos términos específicos, lo cual se puede aprender fácilmente. Los artesanos, en cambio, carecen de capacidad conceptual, de poder de explicación. Las consecuencias del aislamiento social que representaba la vida del taller, la costumbre de vivir fuera del espacio público en pos de una serie de relaciones endogámicas alrededor del trabajo había desacostumbrado al artesano a habitar el lenguaje común y lo había desplazado a la comodidad privada de una jerga. El enciclopedista veía en eso una serie de barreras culturales y comunicativas que, por cierto, no existían con los científicos, los músicos y el moralista.[9] Aparece entonces la necesidad de un segundo actor educacional novedoso (además del artesano): el mediador entre el técnico y el receptor universal. Esta figura, similar al actual profesor de Tecnología, no era necesaria hasta el proyecto de *La Enciclopedia*. Los círculos del saber técnico y del saber erudito se mantenían aislados y ejercían la transmisión cultural según lógicas internas. La metamorfosis de los enciclopedistas en mediadores los llevó a recoger, traducir y trasladar los conocimientos de los artesanos al mundo de la cultura erudita cuando la técnica confluyó con la educación pública en el siglo XVIII. Del mismo modo, aunque no lo desarrollaremos aquí, posteriormente los diseñadores de máquinas se convirtieron

[9] Pero "Sin embargo, es acaso en los artesanos donde hay que buscar las más admirables pruebas de la sagacidad del entendimiento, de su paciencia y de sus recursos" (*D'Alembert, 1985:* 72).

en ingenieros para transferir muchos conocimientos científicos a los talleres cuando confluyeron la técnica y la ciencia en el siglo XIX.

La dimensión epistemológica de las acciones técnicas

Esa metamorfosis implicó una tensión alrededor de las siguientes preguntas: ¿cuál es el objeto de estudio del mediador? ¿Se trata del "saber del artesano" o se trata de las técnicas en sí mismas, o de ambas cosas a la vez? Estas preguntas no tienen una respuesta definitiva, y aún hoy son el foco de debates en Educación Tecnológica. No obstante, los enciclopedistas (en especial Diderot) lejos de eludir el problema, ensayaron una serie de definiciones conceptuales con las que pretendieron darle fundamentos filosóficos a la transmisión universal del saber técnico. En esa búsqueda, no sólo abordaron el problema de la "traducción" de la jerga técnica a un lenguaje susceptible de ser alcanzado por el lector no familiarizado sino también intentaron "traducir" al lenguaje coloquial la estructura de las operaciones objetivas de hombres y máquinas a lo largo de un proceso técnico determinado.

> … [H]ay oficios tan particulares y maniobras tan delicadas que, a menos que trabaje uno mismo, que se mueva una máquina con las propias manos y que se vea formar la obra bajo sus propios ojos, es difícil hablar de ella con precisión. De modo que más de una vez ha sido necesario procurarse las máquinas, construirlas, poner manos a la obra; hacerse por así decirlo, aprendiz, y realizar por sí mismo, varias obras para enseñar a los demás como se hacen buenas. (D'Alembert, 1985:148)

La tarea pedagógica que involucra al conocimiento técnico es tan particular que quien desee llevarla a cabo debe convertirse él mismo en un aprendiz. Es necesario que se produzca una transformación subjetiva para poder ser mediador entre el lector común y los oficios. El enciclopedista tuvo que abandonar su condición de hombre de letras para explorar un nuevo tipo de saber basado en la más cruda experiencia, sin mediación conceptual. La necesidad de esta transformación subjetiva con fines pedagógicos nos hace volver sobre la cuestión de qué concepción del conocimiento técnico está en la base de la propuesta enciclopédica. En principio, se trata del conocimiento de un arte, y un arte es un "sistema de conocimientos que se pueden reducir a reglas positivas, invariables e independientes del capricho o de la opinión" (D'Alembert, 1985:69). La estrategia de

los enciclopedistas consistía en identificar y especificar el tipo de instrumentos y acciones específicas de cada paso de los procesos productivos y describirlas de manera ordenada. Para ello fue necesario despojar a las artes mecánicas de todo elemento de creatividad e invención, los cuales estaban reservados para las artes liberales. La técnica se definió como la ausencia de contingencia, o en sus propios términos, de "capricho u opinión". En este sentido podemos apreciar los límites que la concepción del conocimiento técnico de los enciclopedistas posee para un proyecto actual de educación tecnológica.

> El énfasis de Diderot estaba en los objetos físicos y los procesos, que sería ahora considerado un conocimiento de bastante bajo nivel de las artes mecánicas o tecnología. Los niveles más altos, como el conocimiento intuitivo, la experimentación, habilidades de percepción, resolución de problemas, o el análisis de conflicto o enfoques técnicos alternativos apenas se registran en el sistema de Diderot. (Pannabeker, 1994:52).

También podríamos agregar que la reducción de la enseñanza tecnológica a la enseñanza de las artes mecánicas omitió la perspectiva sociotécnica que resalta los factores culturales, sociales y económicos que influyen en el tipo de decisiones técnicas, la selección de los medios y la configuración de los procesos. Desde luego, plantear al proyecto enciclopédico esas ampliaciones teóricas es un anacronismo, como lo sería pensar actualmente la Educación Tecnológica en términos de procesos y medios descontextualizados. Sin embargo, el mérito de los enciclopedistas radica en que asumieron que la convergencia entre educación pública y artes mecánicas los enfrentaba, debido a la naturaleza del conocimiento técnico, a la insuficiencia de la perspectiva propia para encarar el proyecto de una educación técnica universal. Fue también necesaria una reflexión sobre el intercambio entre las "gentes de letras" y los artesanos, entre los libros y los talleres, entre el conocimiento teórico y el tácito. El artesano conocía aquello que no puede enseñar y el enciclopedista conocía los vericuetos del lenguaje para enseñar con precisión aquello a lo que no tiene acceso: los detalles aprehensibles exclusivamente por la experiencia. En ese sentido, la tarea del enciclopedista fluctuó, como vimos, entre dos planos: la comprensión del funcionamiento de los medios técnicos, como máquinas y herramientas, y la comprensión de la racionalidad del artesano, sus acciones técnicas y sus conocimientos. Habiendo

definido qué se debe enseñar, la racionalidad técnica y el funcionamiento de los medios técnicos, fue necesario definir un cómo enseñar, fue necesario definir un método.

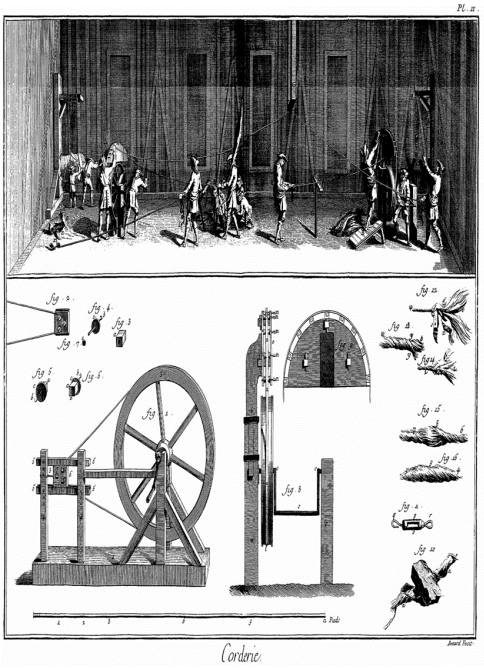
La diversidad metodológica de transmisión del conocimiento técnico

Volvamos por un momento la mirada sobre el nombre del proyecto para preguntarnos con qué propósito los editores decidieron colocar el adjetivo "razonado" a *La Enciclopedia*. Una lectura posible es que se procuró marcar una diferencia metodológica entre la modalidad explícita y articulada de la tradición enciclopédica y la manera "no razonada", tácita y desorganizada de transmisión típica de los talleres. El método "razonado" difiere del método rutinario con que el maestro artesano enseña a sus aprendices. De las clases de ciudadanos de la Europa del siglo XVIII, la de los artesanos quizá haya sido la más nutrida, de los cuales la mayoría estaba implicada en algún tipo de vínculo educacional, como maestro o como aprendiz (Darnton 2014: 85 y ss.; Sennett, 2012: 83 y ss.). En ese escenario, los enciclopedistas encararon un proyecto educativo alternativo que consistía en abrir la caja negra de los talleres y exponer públicamente, y de forma ordenada, los procesos técnicos que se desarrollaban puertas adentro. Esto implicaba representar en sus páginas el núcleo del saber técnico para hacerlo público. El desafío desde el punto de vista educativo consistía básicamente en una pregunta sobre los aspectos metodológicos: ¿cómo transmitir universal, teórica y "razonadamente" un saber que desde siempre había sido transmitido de forma privada, práctica y tácitamente? Con el afán de explorar alternativas para responder esa pregunta el proyecto pedagógico de los enciclopedistas puso en cuestión la idea misma de enciclopedia, al menos en su sentido tradicional. No sólo porque realizó una crítica del contenido y la jerarquía de los conocimientos que se transmitían, sino que llevó adelante una reflexión sobre la misma metodología de transmisión de ese contenido. La incursión de las artes mecánicas a la cultura general implicó buscar nuevas formas de transmisión de un saber específico que, a diferencia de las otras ramas del saber, sólo es aprehensible por medio de la adquisición de una práctica a la que el lector de la enciclopedia no puede acceder. Esta es la paradoja. En cierto modo, *La Enciclopedia* es el libro imposible. El enciclopedista se propuso escribir un

libro que comunicara los conocimientos que no se puede comunicar a través de los libros.

> Por lo demás, es la práctica lo que hace al artista y la práctica no se aprende en los libros. En nuestra obra el artista encontrará solamente aspectos que quizá no hubiera conocido nunca, y observaciones que sólo hubiera hecho al cabo de varios años de trabajo. Ofrecemos al lector estudioso lo que hubiera aprendido de un artista viéndolo trabajar para satisfacer su curiosidad, y al artista lo que sería de desear que aprendiera del filósofo para acercarse a la perfección. (D'Alembert, 1985:151)

Precisamente, el carácter tácito de la transmisión del conocimiento entre los artesanos fue el punto de partida metodológico para Diderot. La vía por la que el aprendiz adquiere los conocimientos propios de las artes mecánicas no es el lenguaje articulado o la abstracción matemática sino la experiencia corporal compartida a través del hábito como consecuencia de la "repetición de circunstancias" (D'Alembert, 1985:149). El problema pedagógico que percibió el enciclopedista fue que debía transmitir ese conocimiento a un receptor pasivo, el lector universal, que no realizaría repetidamente las acciones técnicas. Así, dado que no podía contar con la "repetición" se centró en la "circunstancias". La estrategia metodológica del enciclopedista fue omitir la acción como tal y enfocarse en la configuración de acciones e instrumentos que componían los diferentes estadios de un proceso técnico: "[e]n un taller el que habla es el momento y no el artista." (D'Alembert, 1985:149). El "momento" es la objetivación de los conjuntos de acciones técnicas en un instante determinado del proceso técnico. El "momento" puede ser retratado y divulgado, como se muestra en las famosas láminas e ilustraciones, la mayoría de las cuales tiene un formato donde puede verse en la parte superior la escena completa, "el momento" retratado del taller y en la inferior los instrumentos separados y aislados.



Para los enciclopedistas el método gráfico fue complementario del método de transmisión escrita propio del lenguaje articulado. Éste puede dar cuenta del orden del proceso, pero no alcanza para transmitir muchos de los detalles que lo componen, que sólo pueden ser asimilados por medio de la experiencia. Al no tener la posibilidad de contar con ella se apeló a una suerte de sinestesia, donde a través de la vista se pretendía desarrollar estímulos cognitivos propios del tacto y el movimiento corporal. En este sentido, Roland Barthes ha insistido en que el cada lámina no es un mero retrato sino que "… implica un sistema intelectual de extrema sutileza: la imagen enciclopédica es humana no solamente porque en ella figura el hombre sino también porque constituye una estructura de informaciones." (Barthes, 2011: 90). Apelando a las nociones de *sintagma* y de *paradigma* desarrolladas por Saussure a principios del siglo XX, Barthes asegura que las ilustraciones de *La Enciclopedia* deben ser interpretadas a la luz de la estructura lingüística, ya que el sistema icónico de representación reproduce el sistema del lenguaje. De algún modo las láminas intentaron disolver la línea entre el lenguaje y los sentidos, entre razón y experiencia. Mientras que la visión y la experiencia corporal son desordenadas, las láminas presentaron un orden "razonado", dieron al lector las pautas sobre qué debía ver y dónde debía fijar su atención para extraer el conocimiento técnico. La manera en que se diagramaron las láminas buscó ordenar la experiencia visual, intentando simular el efecto que tendría la "repetición de la acción".

La enciclopedia fue concebida como un objeto educativo híbrido para transmitir elementos del conocimiento técnico, pero ordenados de manera articulada. Por eso serviría tanto al lector como al artesano. Al primero le permitiría adquirir un saber práctico sin necesidad de acción alguna, sólo apelando al entendimiento de lo que veía, que es similar a lo que vería en un taller. Se trata de una especie de experiencia simulada. Al segundo, por otra parte, le permitiría adquirir el refinamiento conceptual aprendiendo lo que ya sabe pero de otra manera, ordenada, "razonada". Ambos objetivos se intentaron realizar a través de dos operaciones básicas del entendimiento: la lectura y la contemplación de ilustraciones. Para lograr ese objetivo, fue necesario simplificar el contenido de las ilustraciones. En este punto, disentimos de algunos autores que han atribuido esa simplificación a un factor exclusivamente ideológico, sugiriendo que los enciclopedistas no mostraban en las ilustraciones las crueles condiciones en las que se trabajaba en los sucios talleres porque les interesaba mostrar a las artes y los oficios como actividades civilizadas y ordenadas en el buen gusto (Blom, 2004: 332-333). Si bien esa afirmación puede tener algo de verdad histórica, es necesario relativizarla. En primer lugar, porque el modelo de muchas de las láminas no había sido pergeñado por los enciclopedistas sino por sus predecesores.[10] Así que, si existe tal intención ideológica no es atribuible enteramente a los Diderot y D´Alembert. En segundo lugar, y más importante aún, es necesario tener en cuenta que toda decisión pedagógica implica un recorte. Desde nuestro punto de vista, más allá de lo idiosincrático, el principal motivo que determinaba el formato simplista de las ilustraciones debe atribuirse al propósito pedagógico de la empresa. De acuerdo a la concepción gnoseológica de la técnica que postulan los enciclopedistas, el objetivo fundamental era mostrar la actividad física organizada, las "reglas de acción", y no todos elementos que *realmente* formaban parte del contexto en las que ellas se llevaban a cabo. El

[10] *La Enciclopedia* tampoco es original en lo que respecta a las representaciones gráficas como método de transmisión del saber técnico. Esta falta de originalidad se puede entender en dos sentidos. Por un lado, la utilización de ilustraciones de oficios y artefactos con fines pedagógicos es una práctica común desde el renacimiento (Ferguson, 1978), por lo que, en este aspecto específico, *La Enciclopedia* se inscribe en una tradición antes que inaugurarla. Por otro lado, muchos de los modelos con que se estructuraron las láminas de *La Enciclopedia* fueron tomados deliberadamente de las *Descriptions des arts et métiers* (Sheridan, 2008; Carpenter 2011), un trabajo que la Académie des Sciences venía realizando con algunas décadas de antelación. Sin embargo, esto no le quita mérito a los enciclopedistas que, además de haber recopilado mucha información para volcarla en los modelos que tomaron de la tradición y de las *Descripciones*, continuaron explorando y profundizando el método gráfico superando en detalles y sutilezas a sus predecesores.

principal eje que ordenó el contenido de las láminas no fue moral o ideológico, sino pedagógico. No hay una pretensión realista en las ilustraciones o, si se quiere pensar de otra manera, para el enciclopedista lo único "real", no superfluo, de un proceso técnico son las reglas de acción. En los talleres, esas rutinas se incorporan por la experiencia directa, el tacto, la vista, los sonidos, todos los sentidos forjan en la memoria la habilidad del artesano. Pero el potencial lector de la enciclopedia sólo contaba con la vista. El enciclopedista encontró muy reducidos los recursos perceptuales, por lo que no podía malgastarlos en los pormenores del taller, debía poner en la ilustración lo más importante, "las circunstancias esenciales", "el momento". ¿Y cuáles serían esas circunstancias? Aquellas que permiten imaginar el proceso, que estimulan la aprehensión de las acciones que el lector no realizaría.

A modo de cierre

Como en el texto de Borges, *Kafka y sus Precursores,* en el cual se sugiere que las características de los escritores futuros configuran la percepción que se tiene de los escritores pasados, el devenir de la Educación Tecnológica en Argentina nos lleva a fijar la atención en el carácter precursor que el proyecto de *La Enciclopedia*, hace más de dos siglo y medio, ha tenido en relación con el tratamiento reflexivo de los saberes técnicos y el propósito universal de su transmisión en los siguientes aspectos.

a) *La jerarquía del saber técnico*. "*La Encyclopédie* era un instrumento de educación pública. Uno de sus principales objetivos fue la reforma con respecto a los abusos sociales, la mayoría de los cuales, creían sus escritores, podrían ser subsanados a través del conocimiento." (Boas, 1964: 98). Los enciclopedistas estaban convencidos, además, de que uno de esos conocimientos era el de las artes mecánicas que debían ser accesible a todo hombre y mujer. Esto se debía a que concebían a los conocimientos técnicos como una de las fuentes del progreso de la humanidad, a la par de las ciencias y las artes liberales y por encima, aunque no podían decirlo abiertamente, de la teología y los conocimientos sobre la realeza. Indudablemente, en la actualidad debemos matizar las esperanzas ilustradas de que el progreso técnico equivale al progreso social. Sin embargo, la Educación Tecnológica está concebida más que nunca como un elemento fundamental para la intervención activa de los ciudadanos en

la vida democrática. La participación en la toma de decisiones en el marco de una sociedad altamente tecnificada donde las problemáticas políticas y sociales poseen componentes sociotécnicos, convierte en un derecho el acceso al conocimiento mínimo de los procesos y sistemas tecnológicos.

b) *El receptor universal del saber técnico*. *La Enciclopedia* fue uno de los primeros emprendimientos de transmisión del conocimiento técnico al gran público que no necesariamente requería ese conocimiento para fines laborales. Estableciendo una comparación, en el proyecto educativo argentino, la enseñanza de la técnica estaba ligada específicamente al mundo del trabajo, pero comenzó a emanciparse desde que fue introducida en algunos colegios como asignatura escolar en la década de 1980. Hasta hace treinta años, la hegemonía de la enseñanza técnica estaba en manos de escuelas diferenciadas del resto de las instituciones educativas: las escuelas técnicas, cuyo propósito fundamental era la formación de mano de obra calificada para abastecer la industria nacional. En nuestros días se ha institucionalizado como una asignatura presente en todas las instituciones educativas, en todos los niveles del sistema educativo. Aquella pregunta sobre el porqué de la enseñanza técnica al hombre común, tan polémica en los tiempos de *La Enciclopedia*, se ha vuelto trivial para nosotros. El dilema entre los libros y la tecnología se ha convertido en una falsa disyunción. La pregunta rectora en nuestros días, en cambio, la que es verdaderamente difícil para nosotros aquí y ahora, es qué debe saber de tecnología todo ciudadano para garantizar que una democracia no se convierta en una tecnocracia en la que las decisiones sean tomadas por un grupo de expertos.

c) *La multiplicidad de los actores educativos*. Uno de los límites de *La Enciclopedia* como fuente de la fundamentación de la Educación Tecnológica actual es la reducción de los fenómenos tecnológicos a los fenómenos productivos y la de los fenómenos productivos a las reglas de acción técnica. Sin embargo, los enciclopedistas reconocieron la insuficiencia de su sistema de transmisión cultural: los eruditos académicos y los libros no abarcaban todo el espectro del conocimiento humano. Vieron con claridad que las reglas de acción técnica formaban parte de la cultura humana y que debían apelar a los artesanos como sujetos portadores de ese saber. En la actualidad, la tecnología es un fenómeno más complejo: ha salido de los talleres y se ha incorporado a la vida cotidiana da

la población. Esto ha llevado a una redefinición del conocimiento técnico, a una ampliación de su definición, ya que no sólo involucra procesos y medios de producción sino que también tienen absoluta relevancia los contextos de uso y la relación entre la sociedad y la tecnología. Esto indudablemente habilita nuevos actores educacionales, no sólo los representantes naturales del conocimiento tecnológico —ingenieros, diseñadores industriales, etc.— son también los sociólogos, antropólogos, psicólogos, historiadores, filósofos, entre otros, que proseen conocimiento sobre los fenómenos tecnológicos relevantes para los profesores de Educación Tecnológica. Pero además, los técnicos que hoy deseen participar de la enseñanza universal de la tecnología deben adquirir las herramientas conceptuales propias del saber pedagógico contemporáneo en los "trayectos pedagógicos" del mismo modo que los enciclopedistas nutrieron el saber de los artesanos con todos los artilugios académicos de los hombres de letra del siglo XVIII.

d) *La dimensión epistemológica de la acción técnica.* La naturaleza del conocimiento tecnológico, que consiste básicamente en la búsqueda, estabilización y difusión de instrucciones prácticas, ha llevado a un malentendido en el nivel de las prácticas docentes donde no pocas veces se concibe a la Educación Tecnológica como un espacio donde se enseña a los alumnos a "hacer cosas" y no a construir un tipo específico de conocimiento sobre los fenómenos tecnológicos. Esas "cosas" suelen ser muy variadas ya que, al carecer de una tradición fuerte, las decisiones pedagógicas quedan a merced de las contingencias contextuales: la formación del docente, las exigencias de los directivos, el perfil de la institución educativa, las posibilidades con que cuentan éstas en término de recursos e infraestructura, etc. Sin ánimos de exagerar, lo que se encuentra puertas adentro de una clase de tecnología, a diferencia de otras materias, no sólo cambia sustancialmente de profesor en profesor, sino que varía notablemente de institución en institución y, no en pocas ocasiones, de curso en curso en el mismo colegio. La reflexión que inauguran los enciclopedistas intenta buscar qué tipo de conocimiento se esconde en la repetición de las acciones. Detrás del "hacer cosas" de los artesanos se esconden múltiples capacidades cognitivas: la identificación de regularidades en la interacción de la materia, la formación de modelos de acción, la configuración

de fórmulas para conseguir propósitos prácticos salteándose pasos intermedios, la visión sintética de un conjunto de operaciones, la capacidad de juzgar y de subsumir acontecimientos a reglas de acción, etc. En definitiva, las operaciones que se pueden hacer son numerosas y contingentes pero los elementos cognitivos propios de la acción técnica pueden ser limitados e invariantes. Esos elementos constituyen los objetivos de la Educación Tecnológica, más allá del tipo de procesos técnicos en los que se haga participar al alumno.

e) *La diversidad de métodos didácticos.* La incorporación del receptor universal del conocimiento técnico obligó a los enciclopedistas a revisar los métodos de transmisión tradicionales. Por un lado, los métodos académicos típicos, como el texto escrito, no eran suficientes. Por otro lado, los métodos de los expertos, como las prácticas o los gráficos especializados tampoco eran accesibles a un lector pasivo pero curioso. Se requirió la traducción de la jerga de los expertos, así como la exploración e innovación de los métodos gráficos para transponer didácticamente los conocimientos que habitaban el taller. En la actualidad, la educación tecnológica revisa permanentemente la metodología de la educación tradicional. La lectura de manuales y la exposición de conceptos por parte del docente son cuestionadas a la hora de transmitir muchos de los conocimientos implícitos que se ocultan en los procesos técnicos. La participación de los alumnos en esta clase de procesos— “hacer cosas”—, la visita de alumnos a talleres e industrias, los contenidos audiovisuales y demás alternativas metodológicas son, en cierta forma, una continuación exploratoria en el terreno didáctico de lo que iniciaron los enciclopedistas hace más de doscientos cincuenta años para abordar la particularidad del conocimiento técnico.

Bibliografía

- ACEVEDO DÍAZ, José; VÁZQUEZ ALONZO, Ángel; MANASSERO, MAS, María Antonia (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2) http://www.saum.uvigo.es/reec/.
- BARTHES, Roland (2011) “Las láminas de la Enciclopedia" en *El grado cero de la escritura y nuevos ensayos críticos*. Siglo XXI: Buenos Aires.

- BLOM, Philipp (2004) Encyclopédie. Anagrama: Barcelona.
- BOAS, George. (1964) The Arts in the "Encyclopédie", The Journal of Aesthetics and Art Criticism, Vol. 23, No. 1, In Honor of Thomas Munro (Autumn), pp. 97-107
- CARPENTER, Kenneth (2011) "Manufactures in European Economic Literature of the Enlightenment: The Description des Arts at Métiersand the Schauplatz der Künste und Handwerke" en *The European Heritage in Economics and the Social Sciences; Jürgen Georg Backhaus ed*. Springer: New York
- D'ALEMBERT, Jean le Rond (1985) Discurso *Preliminar de la "Enciclopedia"*. Sarpe: Madrid.
- DARNTON, Robert (2000) *La gran matanza de gatos y otros episodios en la historia de la cultura francesa*. Fondo de Cultura Económica: México DF.
- DE VRIES, Marc (ed.) (2011) *Positioning technology education in the curriculum*. Sense Publishers, Rotterdam.
- FERGUSON, Eugene (1978), The Mind's Eye, *Leonardo*, 11 (2): 131-139.
- GILBERT, J. K. (1995): "Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo". *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1): 15-24.
- MOON, Francis (2007), *The Machines of Leonardo da Vinci and Franz Reuleaux.* Springer: New York.
- PANNABECKER, John. (1994) " Diderot, the Mechanical Arts, and the Encyclopédie: In Search of the Heritage of Technology Education", Journal of Technology Education, 6 (1) http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v6n1/pannabecker.jte-v6n1.html
- SENNETT, Richard (2012) *El artesano*. Anagrama: Barcelona.
- SHERIDAN, Geraldine (2008) "Recording Technology in France: The Descriptions des arts, Methodological Innovation and Lost Opportunities at the Turn of the Eighteenth Century," *Cultural and Social History*. 5 (2): 348.
- WAETJEN, Walter (1992). Shaping the future of a profession. *Critical issues in technology education*: 25-30). Reston, VA: International Technology Education Association.

3. MÁS ALLÁ DE LA INFORMATIZACIÓN Una lectura desde la perspectiva de Héctor Schmucler para la educación tecnológica en los contextos actuales

Sergio Salguero[11] *y Susana Leliwa*[12]

> Si el mundo no se formula nuevas preguntas e insiste sólo en buscar respuestas diferentes a interrogantes viejos, la sombra que ya proyecta el año 2000 se semejará más a una amenaza que a un halago protector. H. Schmucler [13] (1983)

Resumen

Este artículo propone una nueva lectura de *La educación en la sociedad informatizada* (1983) de Héctor Schmucler para pensar una Educación Tecnológica integral en el contexto de la cultura digital contemporánea. Desde una mirada crítica, se analiza el paso de una incipiente alfabetización computacional (centrada en pericias técnicas instrumentales) hacia la necesidad de una formación cultural capaz de interrogar las mediaciones tecnológicas y sus implicancias políticas. El texto articula las preocupaciones tempranas de Schmucler sobre la informatización, la concentración de poder y la pérdida de soberanía cultural, como antecedentes a los problemas planteados por la cultura algorítmica. Se argumenta que la Educación Tecnológica no puede reducirse al manejo de dispositivos o lenguajes de programación, sino que debe habilitar una comprensión crítica de la dinámica *datos–algoritmos–plataformas* y de las asimetrías de poder que configuran nuestras interacciones digitales. Dialogando con aportes contemporáneos el trabajo destaca

[11] **Sergio Salguero**. Docente. Especialista en Educación y TIC. Magister en Tecnología, Políticas y Culturas. Doctorando en Comunicación Social. Sus principales áreas de investigación apuntan a los cruces entre tecnología, filosofía y educación. Actualmente docente en el Instituto Superior Nuestra Señora y Santa Inés a cargo de diferentes espacios curriculares vinculados a la enseñanza con TIC. Participa en diferentes proyectos de investigación vinculados a innovación educativa. Correo electrónico: filosergiosofia@gmail.com

[12] **Susana Leliwa**. Profesora y Licenciada en Ciencias de la Educación. UNC. Especialista en Análisis Institucional. UNSAL. Profesora en Instituto Superior del Profesorado Tecnológico (1988-2004) en el área de Tecnología y Educación tecnológica. Profesora en Especialización de Posgrado en Educación Tecnológica, UNaM. Fue tutora en el Programa Nacional de Formación Docente en Especialización Docente de Nivel Superior en Educación y TIC (Educación Tecnológica). Expositora en congresos relativos a Educación Tecnológica/Tecnología a nivel Provincial, Nacional e Internacional. Capacitadora en Educación Tecnológica desde el Instituto Superior del Profesorado Tecnológico, en los Ministerios de Educación Provincial y Nacional. Autora de artículos y libros referidos a la Tecnología/Educación Tecnológica. Correo electrónico: susanaleliwa@gmail.com

[13] **Héctor "Toto" Schmucler** (Entre Ríos, 1931 – Córdoba, 2018) fue un destacado semiólogo y teórico de la comunicación. Graduado en Letras en la UNC, cursó estudios con Roland Barthes en París (1966–1969). Fundó las revistas *Pasado y Presente*, *Los Libros*, *Comunicación y Cultura* y *Controversia*, espacios que marcaron un antes y un después en el debate cultural en Argentina y América Latina. Exiliado en México durante la dictadura, allí profundizó reflexiones sobre la memoria y la violencia política. Fundó el Seminario de Informática y Sociedad en la carrera de Ciencias de la Comunicación de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA. Integró el grupo editor de la revista *Artefacto*. En Córdoba continuó su labor académica como docente, investigador y referente de estudios de la comunicación hasta la fecha de su fallecimiento.

la urgencia de formar ciudadanía democrática, digital consciente, capaz de resistir el determinismo tecnológico y de imaginar estilos de vida centrados en necesidades humanas y justicia social. En lugar de asumir la innovación tecnológica como progreso inevitable, se propone situar la política educativa en torno a preguntas fundacionales como horizonte indispensable para una Educación Tecnológica integral en el siglo XXI.

Palabras clave: Educación Tecnológica, alfabetización computacional, cultura algorítmica, Héctor Schmucler

1. Introducción

En 1983, cuando Héctor Schmucler reflexionaba sobre la sociedad informatizada y sus consecuencias en la educación, comenzó a ver la marea que se nos aproximaba. Si en aquel entonces la información era un río que crecía, hoy es un océano en expansión, una lluvia de datos que desafía toda comprensión. Lo pensemos así por un instante: los 5 exabytes de información que, según se estima, la humanidad produjo desde los inicios de la civilización hasta el año 2003 (todo el conocimiento acumulado en milenios), esa misma cantidad, hoy se genera en cuestión de horas. Algunas empresas de análisis de datos estiman que el 90% de los datos globales se crearon sólo en los últimos dos años, más del 40% de los datos de Internet fueron generados por máquinas en 2020, se proyecta que cada día crearemos el equivalente a 463 exabytes de datos, una cifra tan astronómica que reduce bibliotecas enteras a la insignificancia de un grano de arena[14].

Pasamos de la escasez a la opulencia digital, de las dificultades de acceso al conocimiento a la apabullante y enajenada tarea de navegar un universo de información en el que cada clic, interacción, sensor, añade una nueva estrella a esta galaxia en expansión constante.

Esa expansión, junto con la creciente complejidad característica de cada escenario cotidiano, cada institución, comunidad, región geográfica con sus propios matices,

[14] La referencia a los exabytes de información proviene de una idea escuchada en la presentación del ”Manifiesto tecnopolítico 0.1”, a cargo de Javier Blanco, Emmanuel Biset y María Eva Benamo. A partir de allí se rastreó el dato en distintas fuentes de análisis de datos y divulgación tecnológica.

nos permite hablar en términos de culturas tecnológicas. Dentro de estas culturas se manifiestan tecnologías emergentes (Leliwa, 2024) que no podemos obviar y que, de algún modo, Schmucler ya anticipaba en sus reflexiones.

Los avances en las tecnologías nos exigen poner en tensión algunas cuestiones que hoy tensionan la formación docente en Educación Tecnológica. Las tecnologías emergentes aportan mejoras frente a otras más tradicionales ya consolidadas. Algunos de esos avances refieren a la sustentabilidad, la economía circular y el desarrollo sustentable; la inteligencia artificial; automatización de procesos, la robotización; los bioplásticos; la formación de los ciudadanos; a interrogarnos sobre los diseños curriculares y su respuesta ante estos emergentes.

Proponemos una nueva lectura de *La educación en la sociedad informatizada* (1983), para demostrar que sus ideas y reflexiones sobre la informatización y sus implicaciones éticas y sociales son aportes necesarios para comprender la profundidad y urgencia de la formación ciudadana actual con visión crítica de la cultura algorítmica, objetivo fundamental de la Educación Tecnológica.

2. Todo texto tiene un contexto o cada contexto tiene un texto

No conocimos en persona a Héctor Schmucler (1931-2018). A su encuentro llegamos por esas búsquedas personales en las que la lógica del algoritmo nos arrojó su resultado, pero que no pudo dimensionar las derivaciones, relaciones y valoraciones subjetivas que se jugaron en nosotros. En este sentido, tomamos prestadas palabras de quienes tuvieron la oportunidad de conocerlo, sin ánimo de etiquetas o encasillamientos.

Para comprender sus reflexiones sería conveniente recordar que el texto elegido forma parte de un trabajo intelectual realizado en el exilio a causa de las dictaduras de los 70 y 80. Ya en 1981, habiendo participado de un seminario organizado por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) sobre “Comunicación y democracia”, se publica luego *La sociedad informatizada y las perspectivas de la democracia* (Schmucler, 1982) ponencia en la que planteaba los vínculos entre democracia y el fenómeno de informatización de la sociedad: “el problema de la democracia se redefinía ante una “revolución informática” que, en plena expansión, concentraba el desarrollo de las tecnologías de la información en un puñado de

empresas transnacionales" (Altamirano, 2020, p.13). Vale traer aquí los interrogantes que se formulaba al respecto y que en un escenario actual no han perdido vigencia.

> ¿Qué perspectivas ofrece ese mundo para el ejercicio pleno de la democracia? ¿Qué redefiniciones impone a las instituciones donde tradicionalmente se disputa el consenso? ¿Cuáles son los riesgos de un acrecentado control y sujeción de los seres humanos? En qué medida el concepto mismo de democracia exige un afinamiento ante una realidad absolutamente novedosa? (Schmucler, 1982, p. 313)

Junto a Armand Mattelart escribe *América Latina en la encrucijada telemática* (1983), una investigación que les permite dar cuenta de la emergencia de sistemas globales de comunicación y de la creciente informatización de las sociedades en América Latina. En este contexto regional, marcado por la proliferación de gobiernos autoritarios y la suspensión de procesos democráticos en varios países, ya comenzaba con nitidez un proceso de transformación tecnológica profunda.

El texto de Schmucler que nos interesa puntualmente por su vinculación expresa a la educación, y en particular con la Educación Tecnológica, prefigura entre otros aspectos, la distinción entre "pericias técnicas instrumentales" y la necesaria "formación cultural" para este nuevo escenario en transformación. *La educación en la sociedad informatizada* (1983), es un ensayo pensado al calor de su tiempo pero que plantea ideas potentes para nuestro presente. Allí se detiene a pensar la enseñanza programada, remontándose a los primeros experimentos de Skinner y Pressey, en un intento por comprender qué ocurre cuando la lógica de las máquinas empieza a modelar los gestos de enseñar y aprender. La noción de sociedad de la información[15] había tomado fuerza en las décadas de 1960 y 1970, en un escenario marcado por el crecimiento exponencial de los servicios informáticos y la progresiva centralidad del conocimiento en los procesos económicos. Algunos autores sostenían que esto no era un hecho natural, neutral ni el fruto inevitable del progreso técnico, sino una forma de organización social profundamente atravesada por intereses económicos, políticos y culturales propios del capitalismo tardío.

Berti (2022) también nos recuerda ese reconfortante lugar común en el que colocamos al progreso como línea recta hacia el futuro, pero que luego se enfrenta a

[15] En el imaginario social estaría aludiendo al surgimiento de nuevos patrones o relaciones en la organización social debido al uso creciente de las tecnologías de la información y la comunicación reconfigurando las estructuras de poder.

su desmentida historizando la técnica, entre desvíos, irrupciones, opacidades y transparencias.

Por aquellos años dónde no existía Internet como hoy la conocemos, ni el Big Data, ni la telefonía celular, alumbraba un proceso de informatización de la sociedad (telemática)[16] con transformaciones importantes, donde una economía de bienes y servicios daba lugar a una economía basada en la información con profundas consecuencias reestructurantes (Monje, 2010). Afirmaban Mattelart y Schmucler (1983): “Lo observable, mientras tanto, es que los procesos de informatización están vinculados a usos sociales que favorecen la capacidad de concentración económica de las grandes empresas y refuerzan la potencialidad del control de los ciudadanos” (p. 124).

Con el tiempo esta noción sufrió múltiples revisiones críticas evolucionando hacia formulaciones más complejas como las de sociedad del conocimiento, sociedad-red, sociedad algorítmica, capitalismo informacional o capitalismo de vigilancia, que incorporan dimensiones económicas, políticas y culturales para comprender cómo el flujo de datos y el desarrollo tecnológico están estructurando nuevas formas de poder, control y subjetividad en el siglo XXI.

El nanofundismo (Berti, 2022) describe hoy una fase de la industria cultural centrada en la captura, almacenamiento y procesamiento de datos como base de producción y distribución, al hablar de concentración mediática basada en datos, describe en clave contemporánea, el mismo fenómeno de concentración y asimetrías que le preocupan por esos años a Schmucler: hoy podemos afirmar que pocas plataformas controlan la infraestructura de circulación cultural y educativa.

Para continuar aportando respuestas a los interrogantes que nos propone Schmucler traemos al contexto otro texto, otras cuestiones relevantes para mirar cómo se encuentra hoy la sociedad informatizada, el complejo tecnológico, las culturas tecnológicas.

Schmucler ya advertía en los 80 que la informatización no era una simple herramienta, sino una reorganización profunda de la sociedad y la cultura, un proceso comparable a una revolución histórica. Flavia Costa (2021) retoma esta idea

[16] En las primeras páginas del libro América Latina en la Encrucijada Telemática (1983) se define a la telemática como una intersección entre la informática, las telecomunicaciones y los medios audiovisuales, “la convergencia de numerosas redes por donde circulan flujos de información hacia un punto único”. (p. 12)

pero en otro registro, pone en escena al humano en este mundo tecnologizado y parte de una hipótesis interesante: “el ser humano se ha convertido en un agente geológico” y como punto de partida la irrupción de un acontecimiento que marca una transformación epocal, la pandemia. Así la describe:

> Esta transformación epocal la denomino Tecnoceno: la época en la que, mediante la puesta en marcha de tecnologías de alta complejidad y altísimo riesgo, dejamos huellas en el mundo que exponen no solo a las poblaciones hoy, sino a las generaciones futuras, de nuestra especie y de otras especies, en los próximos milenios. Huellas que pueden, como en el caso del accidente nuclear de Chernobil, ocurrido en 1986, poner en riesgo la vida de medio planeta, y cuyos efectos sobre el ecosistema perdurarán por tanto o más tiempo que el que lleva en la Tierra la humanidad. (Costa, 2021, p. 9).

Parte de esas huellas que los humanos vamos dejando en el mundoambiente están originadas en las diversas producciones tecnológicas. Ambos ponen el acento en esta preocupación con derivaciones en la responsabilidad educativa, enseñar tecnología no es enseñar técnica, sino formar conciencia crítica sobre sus implicancias históricas y éticas. De aquí la importancia de considerar estas huellas en el espacio de la Educación Tecnológica.

La vida cotidiana nos provee ejemplos como el uso de dispositivos eléctricos /electrónicos, los satélites que imperceptiblemente circulan por el espacio, las tecnologías para diagnosticar o anticipar enfermedades, los trasplantes de órganos entre tantos otros. Estos avances en la mejora de la vida de los humanos han producido un crecimiento poblacional de nuestra especie, generando a su vez, desigualdades estructurales gravísimas. El crecimiento poblacional también generó invasión de terrenos y hábitats de otros seres no humanos. La agencia humana está modificando lentamente, pero sin pausa, el planeta.

En esta afectación del planeta no podemos obviar el accionar de las Inteligencias Artificiales en este mundo súper informatizado. Las guerras que se están produciendo en estos momentos, ya no son enfrentamientos de humanos contra humanos, son enfrentamientos con dispositivos tecnológicos, donde se pone en juego el poderío tecnológico de los países participantes. Las guerras están mostrando la sofisticación tecnológica y el uso indiscriminado de ellos. Los restos materiales de edificios derrumbados y humanos bajo esos escombros, dan cuenta de las “huellas” que estamos dejando los humanos en el planeta, y al decir de Eric

Sadin (2020) “La hipertecnologización de nuestras existencias es un peligro”. La presencia de las inteligencias artificiales y su naturalización en el uso cotidiano nos hace pensar que esas inteligencias son neutras y que sólo hacemos de ellas un buen uso y sin ningún tipo de consecuencias. Cada día observamos una completa digitalización de la vida humana, sin advertir el entusiasmo excesivo que produce la utilidad de ese mundo digital. Todos sabemos lo que la IA nos da pero… no sabemos lo que nos quita.

En este contexto de los cambios tecnológicos, las tecnologías emergentes pero sobre todo las digitales, en todos los aspectos de la vida planetaria, desafían al pensamiento crítico e interpelan a la educación. Asistimos a políticas que convocan a realizar transformaciones dentro del sistema educativo en las que aparece la urgencia de implementar procesos innovativos en todos los niveles enfrentándose a tensiones en torno a la inclusión digital, los modelos híbridos de enseñanza, la irrupción de las inteligencias artificiales en las aulas, la necesidad de redefinir la alfabetización tecnológica, la construcción de ciudadanía digital, entre otros temas. Memoria e imaginación creativa[17] son recursos necesarios para estos tiempos, en principio, para resistir la tentación de suponer que la mera incorporación de tecnologías equivale automáticamente a una mejora educativa, pero también para no caer en el fetichismo tecnológico o en las lógicas de mercado que penetran la educación a través de las plataformas y contenidos digitales.

Schmucler (1981) ya nos proponía pensar sobre este devenir tecnológico, con el concepto político de estilo de vida:

> Si se partiera de fundamentos distintos, las cosas podrían ser de otra manera. Más que de un modelo de desarrollo sería propicio hablar de un estilo de vida. Y éste debería estar centrado en las necesidades humanas básicas que, siguiendo a John Galtung, comprenden tanto las materiales como las no materiales. (p. 83)

Su propuesta es que las decisiones políticas, económicas y tecnológicas se organicen a partir de ese modelo de vida cotidiana que deseamos, y no al revés.

[17] Existen experiencias, hay un camino ensayado en muchas instituciones escolares, porque la educación en general, además de sus movimientos de conservación y reproducción cultural, ha sido también un terreno fértil para conjugar las dinámicas instituido-instituyente. Gatto (2025) nos habla de resistencia e invención como dos momentos complementarios pero con énfasis en el segundo: “Por eso, el verbo nodal no debería ser resistir, sino inventar. Resistir será un momento de inventar. Inventar quiere decir articular imaginación y recursos de maneras novedosas, sin olvidar lo aprendido y lo heredado, pero sin condenarse a repetirlo. La memoria es sólo una dimensión del inventar: lo percibido y lo anticipado son otras. Y es urgente la producción social y política de nuevas percepciones, nuevas anticipaciones y nuevas invenciones” (p. 151).

3. La sociedad informatizada y su dimensión económica.

En su texto, a partir de ejemplos y de experiencias en diferentes países, se describe el proceso de informatización educativa no como parte de una política pública estructurada, sino como experiencias aisladas, muchas veces impulsadas por el sector privado o por vínculos familiares o empresariales. En el contexto de génesis de este proceso y partiendo de sus preocupaciones, deducimos y ensayamos algunos interrogantes como problemas de la informatización en el campo educativo: ¿para qué computadoras en la escuela? (problema incorporación-fines), ¿qué tipo de educación propuesta con la incorporación de tecnologías? (problema del modelo implícito), ¿qué rol cumple un docente en un aula informatizada? (problema del rol docente), ¿quién decide qué se enseña y cómo con computadoras? (problema de gobernanza y diseño curricular), derivada de esta pregunta, la que sigue: ¿qué saberes se priorizan y cuáles se desplazan en la informatización y qué capacidades se esperan desarrollar en los estudiantes? (problema de capacidades y prioridades educativas), ¿es la informatización educativa una solución a los problemas estructurales de la educación? (problema de la eficacia y la desigualdad educativa), ¿qué tipo de sociedad se está ayudando a construir desde una educación informatizada? (problema del horizonte político-cultural).

Interrogantes de una actualidad apabullante que nos obliga a considerar los sistemas de información y comunicación que impelen al uso irreflexivo de las tecnologías naturalizando acríticamente su uso, particularmente en la vida cotidiana de miles y miles de usuarios. ¿Qué lugar tienen en este sentido las lógicas del mercado? Una interpelación indispensable en la formación docente orientada a la enseñanza de la Educación Tecnológica.

La lectura del texto se densifica cuando Schmucler deja ver las tecnologías no solo como una herramienta o un recurso, sino como un fenómeno profundamente social. Allí emerge con nitidez una de sus intuiciones más potentes: el rol decisivo de las grandes corporaciones en la imposición de determinadas tecnologías al compás de sus propios intereses económicos. Desde su perspectiva “el negocio existe” como “estímulo inmediato de las grandes empresas” en estrecha relación con proyectos económicos y con su innegable influencia en las políticas educativas.

En otro texto se preguntaba:

> ¿Cómo se prepara América Latina para enfrentar la mutación tecnológica de la era informática? ¿Todos los países coinciden en proyectos semejantes? ¿Cómo pesa la historia y la cultura de cada uno de ellos ante el nuevo desafío lanzado desde el mercado mundial? En definitiva, ¿qué importancia adquiere la llamada "revolución tecnológica" ante el cuadro de opresión y pobreza que caracteriza a buena parte del continente? (Mattelart y Schmucler, 1983, p. 15)

No se andaba con rodeos: "la educación por computadoras también es un negocio" y aclara lo que sucede cuando se adopta o prioriza este criterio en la toma de decisiones:

> […] toda simplificación economicista corre el riesgo de ocultar lo sustancial de un fenómeno social de envergadura como el de la educación apoyada por computadoras. Pero que el negocio existe, no cabe la menor duda. También es demostrable que el estímulo inmediato de las grandes empresas por imponer este tipo de enseñanza se vincula a sus proyectos económicos y que un eficaz argumento de venta sea la demostración de las virtudes de esta nueva tecnología. (Schmucler, 1983, p. 17).

Y entonces, la escena cambia. Las discusiones que hoy atraviesan el ámbito escolar, a menudo urgentes y desbordadas, tienden a moverse entre los extremos del instrumentalismo, el frenesí por lo nuevo o la llamada a la innovación. Este es un punto neurálgico al que se enfrenta el desarrollo tecnológico pero también las instituciones educativas. Aibar (2023) lo llama el culto a la innovación, como un dogma o como una ideología que "constriñe los debates pedagógicos a una confrontación bipolar, estrecha y maniquea, entre tradición e innovación" (p. 135). Si los cambios educativos se conceptualizan en términos de innovación (donde las innovaciones educativas suelen ser evaluadas a partir de las innovaciones técnicas que aplican), el foco se desplaza a lo metodológico, a meras cuestiones de didáctica instrumental[18], a un solucionismo metodológico vacío de reflexión crítica y desconectado de los entornos socioculturales de las escuelas. Lo aquí expuesto no se opone a la innovación sino a determinado modo de concebirla, a las posiciones deterministas, acríticas y tecnocentristas.

Una práctica docente crítica buscaría develar o des-ocultar esas políticas asociadas a la denominada Industria Educativa Global (Tooley, 1999; Verger, et al., 2016)

[18] Aibar recupera algunas estrategias metodológicas, algunas de ellas en auge y difusión entre las instituciones educativas: aprendizaje basado en proyectos, en retos, en problemas, aula invertida, design thinking, aprendizaje colaborativo, gamificación, educación emocional, STEAM, etc.

orientada a imponer determinados modelos de enseñanza y a promover el solucionismo tecnológico. En este marco se ubican las llamadas EdTech, una orientación anglosajona de la tecnología en educación, asociada al sector privado y a las startups tecnológicas que, bajo la premisa de impulsar procesos de innovación y mejora, buscan posicionarse estratégicamente dentro del mercado educativo.

En medio de ese ruido, queda opacado el trasfondo político de las tecnologías que adoptamos. Por eso resuena con fuerza aquel llamado de Langdon Winner (1983), formulado en tiempos similares a los de Schmucler: las tecnologías no son neutrales, "los artefactos tienen política".

4. De la alfabetización computacional a la crítica de la cultura algorítmica

Schmucler plantea la informatización como un "proceso global de cambio de la sociedad". El paso de la "vieja batalla contra el analfabetismo" a la lucha contra el "analfabetismo computacional".

Torres (2024) pone de manifiesto un primer problema de la alfabetización computacional referido a las brechas digitales:

> Y es la concepción que se tenga de la propia alfabetización y su función en la integración de las infancias y adolescencias al mundo. Si se va a perseguir la adquisición de conocimientos y prácticas para alcanzar la plena adaptación a la sociedad o si, en sintonía con la óptica de Freire (2012 [1970]), lo que se busca es una comprensión crítica de la realidad social, política y económica. (p. 117)

El analfabetismo computacional que le preocupa a Schmucler resulta un antecedente de la necesidad de una "educación tecnológica integral"[19] que no se limite a pericias técnicas instrumentales sino que brinde formación cultural para comprender la dinámica de funcionamiento de la artificialidad[20], punto focal para la enseñanza de esta disciplina.

[19] Torres (2024) expresa que para una ciudadanía plena y participativa "la Educación Tecnológica resulta de gran relevancia: sin desestimar la necesaria experimentación con entornos y dispositivos, puede proveer el aparato conceptual que habilite una mirada amplia y, al mismo tiempo, situada sobre los sistemas computacionales." (p. 118)

[20] En otros textos, Schmucler reflexiona críticamente sobre la relación entre educación e informatización, advirtiendo que en la actualidad se tiende a reducir la enseñanza a una mera "instrumentalización de la transmisión de información", confundiendo el saber con el simple hecho de estar informado. Para él, el saber no puede limitarse a la acumulación de datos ni a la capacidad de actuar según un esquema preestablecido, pues eso equivaldría a la lógica de las máquinas que procesan información siguiendo objetivos prefijados. Frente a esta analogía, Schmucler plantea una pregunta central: si las máquinas toman decisiones en función de fines previamente definidos, ¿cuál es entonces el verdadero objetivo de la educación humana? (Schmucler, *Memoria de la comunicación. Información y trivialidad en educación*, 1993).

En su planteo enfatiza que las tecnologías no son neutras, porque tienen historia y que su uso no está determinado sólo por la eficiencia, sino por su “compatibilidad con los valores económicos y culturales vigentes”; advierte sobre los “riesgos de dominación cultural” ante la pérdida de la “soberanía cultural y tecnológica” que entraña la adopción de tecnologías informáticas, y hoy además la integración de las digitales.

La neutralidad que suele atribuirse al determinismo tecnológico no constituye únicamente un problema de orden conceptual; también se traduce en políticas educativas y tecnológicas que orientan inversiones en recursos, planificación y diseño curricular, así como en proyectos innovadores dentro del sistema (García Farjat y Salguero, 2022). Como bien señala Adell (2018), los gobiernos destinan cantidades significativas de dinero a planes TIC en un contexto que jerarquiza las innovaciones tecnológicas como motor económico, dentro de un mercado global capitalista caracterizado, entre otros rasgos, por la competitividad y la búsqueda de rentabilidad. De allí la importancia de asumir una mirada crítica: no se trata de negar el valor de las TIC en la educación ni la necesidad de invertir en ellas, sino de cuestionar la supuesta neutralidad que suele acompañarlas y de reflexionar sobre las políticas e intereses que configuran su implementación.

La crítica se dirige hacia esa sociedad informatizada como posible “triunfo del individualismo y el reforzamiento absoluto del poder de decisión concentrado”, ejemplificado por la “elección entre lo ofrecido y no elección de otra cosa” característica de los instrumentos de evaluación estandarizada en la enseñanza. Esta crítica de Schmucler es central para analizar hoy la formación ciudadana con visión crítica de la cultura algorítmica.

Berti (2022) nos permite mencionar algunos puntos a considerar. Primero, para comprender la cultura como una forma de modulación de información, y su expresión actual como cultura algorítmica:

> […] un algoritmo es simplemente la formalización de una serie de pasos, formalización que podemos reconocer en cualquier técnica o práctica humana, debido a que las mismas se basan en la posibilidad de ejecutar repetidamente una serie de acciones (...) La cultura, en rigor de verdad, siempre fue algorítmica (p. 22).

Segundo, para correrse de la tendencia al fetichismo y reificación de los algoritmos como entidades poderosas que dominan las sociedades. Lo que cambió son las

escalas y la velocidad, así como lo planteamos en el ejemplo del inicio de este trabajo.

Y tercero, reconociendo que si bien aparece la preocupación inicial por una alfabetización computacional (que implica la experimentación con códigos, interfaces y dispositivos), considerarla en un plano cultural y político: no basta con saber programar o manejar datos si no entendemos que esos mismos códigos son la gramática de un nuevo extractivismo. Pasar a una crítica de la cultura algorítmica resulta en una toma de conciencia sobre las mediaciones técnicas, la economía de la atención y las formas de poder que atraviesan nuestras interacciones digitales.

5. El tema de los fines educativos en la era digital. ¿Nuevas preguntas o el recuerdo de las necesarias?

La primera pregunta fundamental de Schmucler se refiere a ¿por qué se quiere educar? como paso previo a cualquier discusión. Luego se darían los interrogantes sobre el cómo o qué tecnologías[21].

En sus argumentaciones formula una crítica al mito científico-tecnológico que acepta la ciencia y la tecnología como valores neutros en sí mismos, y al fetichismo tecnológico (desarrollo, progreso) que conducen a una lógica fatalista[22]: “el mundo es así y no podría ser de otra manera“ (p. 19). Las consecuencias de este modelo están a la vista:

> La creciente acumulación de poder económico y político en sectores reducidos, la impotencia a que se tiende a reducir a los individuos ante el manejo concentrado de decisiones que no lo toman en cuenta, el distanciamiento de los seres humanos con la naturaleza, la desolidaridad estimulada por estructuras, que tienden a la atomización social. (p. 19)

Schmucler se pregunta si la enseñanza debe “reforzar esto”. La denuncia de que la “civilización del tener triunfa sobre el ser” y la necesidad de redefinir el desarrollo

[21] Encontramos en los análisis de Aibar (2023) formulaciones similares a los interrogantes de Schmucler. Al referirse al culto de la innovación afirma: “Se trata de un discurso “técnico”, casi aséptico, en que las cuestiones fundamentales (¿para qué educar?, ¿cómo queremos ser educados?, ¿en qué tipo de sociedad queremos vivir) se consideran irrelevantes o se reformulan en términos metodológicos” (p. 136-137).

[22] Recordamos a las tecnologías entrañables (Quintanilla, Parselis, Sandrone y Lawler, 2017) un modelo alternativo de desarrollo tecnológico que alerta sobre la falacia naturalista y se opone a ella ya que “las tecnologías son como son porque hay personas que toman decisiones para que sean así” (p.12).

más allá del crecimiento material, hacia un estilo de vida centrado en las necesidades humanas básicas.

En los debates contemporáneos aparecen con fuerza la discusión sobre la privatización de la educación, la influencia de las *Big Tech* en las políticas educativas, y la gobernanza algorítmica sin participación democrática. ¿Quién decide qué es aprender? ¿Quién tiene voz en la creación de plataformas, contenidos y criterios?

Sin resolver esta primera pregunta fundacional, las otras, referidas a los "cómo" (métodos, tecnologías) pierden sentido: "¿Cómo educar para lograr los objetivos buscados? (...) ¿Qué tecnologías educativas utilizar para facilitar ese cómo?" (p. 19).

Una preocupación potente de Schmucler expresa: "no se trata de educar, sino si la educación sirve para que los seres humanos se sientan más felices en la tierra" para la formación ciudadana como meta. "¿A qué tipo de vida humana se quiere contribuir?" (p. 21). Sería la medida para la construcción de una Educación Tecnológica verdaderamente potente e integral. Sin esta perspectiva, su enseñanza perdería valor.

6. ¿A modo de conclusión?

El planteo de Schmucler (2019[1981],1983) en el marco de la sociedad informatizada, sostiene que la política no debería centrarse sólo en la economía o en el crecimiento técnico, sino en lo que él denomina "el estilo de vida" que queremos construir colectivamente. Este estilo no se reduce a indicadores de producción o consumo, sino que refleja una concepción cultural: cómo nos relacionamos entre nosotros, con nuestros deseos, con la naturaleza y con la tecnología.

Su propuesta es que las decisiones políticas, económicas y tecnológicas (y nosotros agregamos las de política educativa) se organicen a partir de ese modelo de vida cotidiana que deseamos, y no al revés. En lugar de asumir que el desarrollo de las fuerzas productivas, o que el progreso y la innovación son procesos inevitables, invita a preguntarse qué visión sociocultural se esconde detrás de ese desarrollo y cómo las condiciones materiales y simbólicas que genera prefiguran un modo de existir. En este sentido, la tecnología no es neutra: moldea y es moldeada por estas relaciones, siendo central en la construcción de un estilo de vida, en la conformación

de culturas tecnológicas que permitan una reapropiación crítica de la técnica (Leliwa y Salguero, 2023).

Otro texto para este contexto y desde otra óptica, Ezequiel Gatto nos compartía la siguiente reflexión:

> En mis intentos de estudios en relación al futuro, el porvenir y el devenir procuro no dar recetas, propuestas específicas u ofrecer imágenes de cómo serán o podrían ser las cosas, sino que opto por detenerme en las condiciones que hoy entiendo definen nuestro vínculo con el futuro y el porvenir, nuestro devenir. (comunicación personal, 2023)

Una reflexión para contrastar, comparar, aceptar o negar con lo expresado por Schmucler. Entendemos que para el contexto histórico en el que surgió este texto, la preocupación por el destino humano, por la felicidad de las personas, su dignidad, por la justicia, por el impacto de las tecnologías sobre los sujetos son elementos que lo pueden clasificar como un trabajo humanista crítico al que, sin embargo, no podemos traducir como ingenuamente antropocéntrico. Sus preguntas escapan a su idealización, lo problematizan, habilitan un lugar más complejo, una zona crítica anticipatoria para que hoy podamos continuar con otros recursos conceptuales, la crítica al sujeto autónomo, la dimensión material y relacional de las tecnologías, el cuestionamiento al determinismo tecnológico, la mirada sobre la gobernanza algorítmica.

La llamada “utopía mediática” (Schmucler, 1994) se presenta como un horizonte de buenas intenciones que busca integrar el vínculo social y la memoria dentro de un sistema perfecto “para que todo comunique con todo”. Sin embargo, en ese ideal, la comunicación pierde su carácter de encuentro (conformado también de silencios) y se reduce a un flujo incesante de datos e información, trasladados a máxima velocidad y en cualquier lugar.

Mattelart y Schmucler, con un estilo dialógico y conversacional, nos recuerdan que en la encrucijada y lo insoslayable, se encuentra la esperanza del “regreso de las palabras” para que el diálogo no sea reemplazado por la “interactividad”.

> Si los cambios tecnológicos tienden a modificar radicalmente el horizonte de la vida política, es lógico que sea a partir de la política desde donde se rastree el significado final de estas innovaciones y desde donde se tomen decisiones. Esto impediría que la expansión tecnológica aparezca, y se la acepte, como determinada por un fatalismo histórico. (1983, p. 123)

Bibliografía

Adell, J. (2018). Más allá del instrumentalismo en tecnología educativa. En J. Gimeno (Ed.), *Cambiar los contenidos, cambiar la educación*. Morata.

Aibar, E. (2023). *El culto a la innovación. Estragos de una visión sesgada de la tecnología*. NED ediciones.

Altamirano, F. N. (2020). Intelectuales, comunicación y democracia. El Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales (ILET) en las trayectorias de Schmucler, Casullo y Argumedo (1977-1985). *Question/Cuestión, 2*(67), e443. https://doi.org/10.24215/16696581e443

Berti, A. (2022). *Nanofundios: Crítica de la cultura algorítmica*. La Cebra.

Facultad de Ciencias Sociales - UNC. (2020, 04 de setiembre). Técnica, archivo y memoria [Video]. Cátedra Libre Héctor Schmucler. https://www.youtube.com/watch?v=lQbeSbvy88k&t=5s

García Farjat, M. & Salguero, S. (2022). Innovaciones emergentes y gamificación: reflexiones filosóficas y sociológicas en las sociedades informatizadas. *Ixtli. Revista Latinoamericana de Filosofía de la Educación*. *9*(17). 59-82.

Gatto, E. G. (2025). Tres ideas. *Revista Barda* (14), 144-152. https://www.cefc.org.ar/assets/files/Barda%2014%20Tres%20ideas.pdf

Hilbert, M., & López, P. (2011). *The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information*. Science, *332*(6025), 60–65.

Leliwa, S. y Salguero, S. (2023). Posthumanismo, cultura tecnológica y prácticas pedagógicas. *Estudios Posthumanos*, 2, pp. 202-227

Leliwa, S. (2024). Ideas y tecnologías emergentes: cambios y diversidades. *Revista TechNE*, 2, pp. 9-14

Mattelart, A. y Schmucler, H. (1983). *América Latina en la Encrucijada Telemática*. Editorial Paidós.

Michalowski, M. (2025, julio 10). *How much data is generated every day in 2025?* Spacelift.io. https://spacelift.io/blog/how-much-data-is-generated-every-day

Monje, D. (2010). El futuro llegó hace rato. *Chasqui* (110), 32–35.

Quintanilla, M., Parselis, M., Sandrone, D., & Lawler, D. (2017). *Tecnologías entrañables: ¿Es posible un modelo alternativo de desarrollo tecnológico?* Los Libros de la Catarata.

Sadin, Éric (2020). *La inteligencia artificial o el desafío del siglo. Anatomía de un antihumanismo radical*, Caja Negra Editora.

Schmucler, H. (1982). La sociedad informatizada y las perspectivas de la democracia. En Schmucler, Fox et al. (Ed.), *Comunicación y Democracia en América Latina* (pp. 312-327). Lima: CLACSO-DESCO.

---------- (1983). La educación en la sociedad informatizada. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación, 0*(6), 12-21.

---------- (1994). El regreso de las palabras o los límites de la utopía mediática. Revista de ciencias sociales, (1), 7-17. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1286

---------- (1996). Apuntes sobre el tecnologismo o la voluntad de no querer. En Revista Artefacto, 1, 1-5.

---------- (2019) Apuntes para reflexionar sobre política. En V. Papalini (Ed.), *La memoria, entre la política y la ética*. pp. 81-87, CLACSO. https://doi.org/ISBN-978-987-722-498-6

Tooley, J. (1999). *The Global Education Industry.* Instituto de Asuntos Económicos.

Torres, M. (2024). Alfabetización computacional y educación tecnológica. Una vinculación imprescindible para la construcción de ciudadanías plenas. *Revista TechNE*, (2), pp. 111-121

Verger, A.; Lubienski, C. y Steiner-Khamsi, G. (2016). World Yearbook of Education 2016. The Global Education Industry. Routledge.

Winner, L. (1983). ¿Do Artifacts Have Politics? En MacKenzie et al. (eds.) (1985). The Social Shaping of Technology, Philadelphia: Open University Press.

4. CONTRIBUCIONES DE PAULO FREIRE PARA UNA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA CRÍTICA

Nancy Rosa Alba Niezwida[23] Marcelo Lambach[24]

Resumen

El objetivo de este escrito es caracterizar el aporte gnoseológico de la perspectiva educativa de Paulo Freire para la planificación curricular de Educación Tecnológica. Se presenta en términos teóricos y praxeológicos la propuesta problematizadora freireana, particularmente sobre la Investigación Temática, evidenciando su transposición a la realidad escolar en diversas experiencias desarrolladas por los autores, en ámbitos de enseñanza, investigación, extensión crítica, cátedra en acción, cursos y otras instancias que involucran la formación docente. Si bien el foco del trabajo es repensar momentos concretos de planificación y estructuración de la enseñanza, el principio orientador es la defensa de una educación crítica liberadora como elemento primordial para la constitución de seres que, si bien reconocidos como funcionales al mundo actual, se han tornado objetos cosificados más que sujetos humanizados.

Palabras clave: Educación Tecnológica, realidad, criticidad

[23] Es docente adjunta en la Facultad de Arte y Diseño, Universidad Nacional de Misiones (FAyD, UNaM), en el Profesorado en Educación Tecnológica. Se desempeña en esa institución como directora de la Especialización en Educación Tecnológica, investigadora y extensionista en temáticas vinculadas a los estudios sociales de la tecnología, filosofía crítica de la tecnología y perspectiva de Paulo Freire. Es editora de la sección Enseñanza en la Revista Actio Docência em Ciências DOI: 10.3895/actio. Su formación principal incluye el de Profesora en Educación Tecnológica por la FAyD, UNaM (2004); Magíster (2007) y Doctora (2012) en Educación Científica y Tecnológica por la Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail nancy.niezwida@fayd.unam.edu.ar ID orcid: https://orcid.org/0000-0001-7168-5498

[24] Es docente en la Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Curitiba (UTFPR) y docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET). Coordina el Grupo de investigación Educación Química, Ciências y Tecnología y la carrera de Licenciatura em Química, ambos en la UTFPR. Es Editor Gerente da Revista ACTIO: Docência em Ciências DOI: 10.3895/actio. Es Químico (1988) de formación, en Pontifícia Universidade Católica do Paraná y Profesor de Química (1993) en la Universidade Federal do Paraná. También Magíster (2007), Doctor (2013) en Educación Científica y Tecnológica en la Universidade Federal de Santa Catarina y pos-doctor (2024) en la UNaM. E-mail marcelolambach@utfpr.edu.br ID orcid https://orcid.org/0000-0002-2838-3440

Introducción: La contradicción de ser docente en Educación Tecnológica

En la literatura y lenguaje coloquial cotidiano que mencionan análisis sobre la tecnología es común localizar alertas sobre el modo en que ellas transforman las interacciones sociales, procesos culturales y modo en que percibimos el mundo. Esa mirada supone que cualquier objeto técnico, incluidos los algoritmos, actúan con relativa autonomía respecto de los seres humanos, orientando decisiones en todas las esferas de la vida.

Bajo el concepto de Tecnoceno, Costa (2021) sintetiza la materialidad de eventos problemáticos vinculados a transformaciones tecnológicas de alta complejidad en las últimas décadas, permitiendo resignificar lo que entendemos por “social” en virtud de los diferentes niveles y escalas en que se producen los cambios. La humanidad y las futuras generaciones de distintas especies estamos expuestos a riesgos y efectos precorporales, infracorporales, individuales, poblacionales, planetarios. Las acciones sobre los cuerpos, medios en los que la vida puede desarrollarse, en sus fuerzas físicas, en los gestos, movimientos, rutinas cotidianas, creencias, deseos, intereses, estados de ánimo, afectos, gustos, decisiones, etc, muestran que la magnitud de los eventos tecnocientíficos del tecnoceno extrapola la escala geológica.

Si se adopta la línea de trabajo en la que tecnología y sociedad se modelan mutuamente, además de las consecuencias sociales y de cómo son usadas las tecnologías en contextos específicos, interesa analizar el grado de agencia y la penetración de las distintas esferas sociales en la toma de decisiones y, consecuentemente en el diseño tecnológico. ¿Pero cómo visibilizar la gobernabilidad en un campo de batalla tan amplio, dados los niveles de la especificidad “social” en que ocurren los cambios? ¿Cómo promover el codiseño frente a la especificidad de los objetos técnicos que comportan distintas posibilidades de agencia?.

A modo de ejemplo, en el caso de los algoritmos "en y como cultura” el estudio realizado por Sued (2023) muestra como, por un lado, es posible reconocer que los algoritmos son objetos opacos y cognoscibles sólo parcialmente, ya que gran parte de sus funcionamientos y productos son dinámicos, cambiantes e impredecibles.

No obstante, afirma la autora, se hace necesario abrir su caja negra para observar cómo son usados en contextos específicos, qué grado de agencia permiten a sus usuarios y de qué manera distribuye el poder y el sentido en la sociedad. Justamente en este sentido, no se puede negar el poder algorítmico de las plataformas que gestionan grandes cantidades de datos y cuyos algoritmos tienden a sustituir las decisiones tomadas por los humanos, bien como las perspectivas microsociales centradas en los usuarios que buscan identificar las negociaciones, resistencias y agenciamientos.

Al mismo tiempo en que las transformaciones tecnológicas del tecnoceno amplían el campo de batalla sociotécnico, los objetos de la cultura algorítmica muestran una materialidad técnica con tensiones entre opacidad-apertura y poder-agencia. Por tanto, la perspectiva sociotécnica delante de la materialidad actual desafía el potencial ciudadano y coloca como urgente una formación crítica frente a la complejidad de este mundo.

No obstante, a lo largo de su historia la educación formal ha asumido una forma de organización curricular hermética a la realidad de los estudiantes y de la comunidad escolar. Mientras las transformaciones sociotécnicas suceden, los niveles de conciencia acerca de esa realidad, cuando percibida, difícilmente indican experiencias concretas de gobernanza y menos aún de carácter transformador.

La incorporación de saberes tecnológicos en el currículum escolar obligatorio significa una innovación epistemológica para la educación escolar (Buch, 1999; Marpegan, 2020) y un espacio oportuno de la Educación Tecnológica para el tratamiento de situaciones reales y de diferente complejidad, especialmente al promover y curricularizar la comprensión y resolución de problemas, para mencionar solo uno de tantos otros aspectos potenciales del campo.

Tomando en cuenta los marcos nacionales para los diferentes niveles educativos es posible localizar, al menos, treinta y cinco menciones al abordaje de problemas en los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Educación Tecnológica y más de una docena en los de Educación Digital, Programación y Robótica. Hipotéticamente, dada la articulación con las jurisdicciones, esta exigencia se replicaría en los documentos provinciales, como el de Misiones, por ejemplo. Al margen de este dato, interesa cuestionar cualitativamente el sentido de este abordaje y resignificar su alcance para la Educación Tecnológica contemporánea.

Particularmente, en la enseñanza primaria, la propuesta es “comprender y resolver problemas, identificar problemas” (NAP, Primer Ciclo Primaria); “comprender y resolver problemas que involucren medios técnicos y procesos tecnológicos, la búsqueda, evaluación y selección de alternativas de solución a problemas que impliquen procesos de diseño de artefactos (NAP, segundo Ciclo Primaria)” y “resolución de problemas de diseño de artefactos, de procesos, de servicios” (NAP, séptimo Año). En la escuela secundaria también se requiere “comprender y resolver problemas, solución a problemas, resolver problemas, resolver situaciones problemáticas desde diferentes enfoques teóricos, analizar problemáticas cotidianas” (NAP, ET, Educación Secundaria, 2011).

La literatura en el campo propone la dimensión sociotécnica en la resolución de problemas (Leliwa, 2017), la cual destacamos como marca valiosa de la no neutralidad tecnológica en la Educación Tecnológica. Flores (2017) alerta que la resolución de problemas sociotécnicos en el aula implícitamente introduce la lógica el quehacer tecnológico.

En este trabajo nos interesa pensar a la Educación Tecnológica desde la perspectiva de educación popular, con base en Paulo Freire, para quien el conocimiento, cualquiera que sea, solo es pertinente cuando responde a la vida concreta de la comunidad. Desde esta perspectiva cabe cuestionar sobre el abordaje de problemas acerca de ¿qué dimensiones y escalas de la realidad sociotécnica se hace presente en el tratamiento escolar de problemas?; ¿Qué problemas son importantes para la Educación Tecnológica en los tiempos que corren?; ¿Problemas son para quienes? ¿Quiénes los definen? ¿Qué modelo de desarrollo se propone cuando el problema es definido por el docente relegando el rol del estudiante?; ¿Qué modelo de desarrollo está implícito en la enseñanza cuando el abordaje es de problemas ficticios?. En otras palabras, lo que se coloca es ¿Como la Educación Tecnológica organizada a partir del entendimiento de la realidad problematizada de Freire nos ayuda a establecer objetos de estudio que busquen constituir una visión crítica del mundo?

Tales señalamientos hacen evidente la urgencia en la formación de sujetos políticos que, parafraseando a Ulrich Beck (2002), no pueden permanecer en un contexto de irresponsabilidad organizada e incertidumbre fabricada. La necesaria ruptura es con un modelo epistemológico que, lejos del hermetismo curricular, supone la

construcción del conocimiento desde la co-construcción de problemas. La innovación epistemológica señalada en la Educación Tecnológica, con sus saberes curriculares específicos, pueden permitir un camino de formación crítica desde que organizada a partir de la realidad de los sujetos.

La propuesta de Paulo Freire

Utilizar la propuesta filosófico-pedagógica de Paulo Freire como presupuesto teórico para organizar la Educación Tecnológica, sugiere que los problemas son “glocales” es decir, específicos, localizados en un contexto particular pero vinculado a una macroestructura global.

En su sentido más amplio Freire alerta para formas de organización de la educación que puede denominarse educación bancaria, tal como la bautizó en su libro "Pedagogía del Oprimido". Este tipo de educación se caracteriza por la práctica de hacer "comunicados" y depósitos entendiendo a los alumnos como objetos que pacientemente reciben, memorizan y repiten los contenidos depositados en ellos.

La educación bancaria se caracteriza por utilizar situaciones en que se parte de saberes predefinidos, sea por currículos rígidos, unidireccionales, por políticas provenientes de autoridades poco dialógicas, muy común en nuestros tiempos, pero, también, por los docentes que no incluyen la participación de los sujetos con su visión del mundo en la realidad vivida, siendo estas, para Freire, las situaciones significativas a partir de las cuales se debe construir el currículo. Esto es, por lo tanto, la "concepción "bancaria" de la educación, en la que el único margen de acción ofrecido a los alumnos es recibir los depósitos, guardarlos y archivarlos" (Freire, 2005, p. 33).

Freire concibe la educación como un diálogo entre iguales a partir del vínculo con la dimensión social. La perspectiva de educación que Freire (2005) propone es un proceso de concientización que implica "ultrapasar la esfera espontánea de aprehensión de la realidad para llegar a una esfera crítica en la que la realidad pasa a ser objeto cognoscible y en la que el hombre asume una posición epistemológica". Con ello, se entiende que cuanto más se concientizan los sujetos sobre el mundo real vivido, "más se "desvela" la realidad, más se penetra en la esencia fenoménica

del objeto, frente al cual nos encontramos para analizarlo, comprenderlo y transformarlo.

Esta puede ser una vía para lograr la tan ansiada conciencia crítica de la Educación Tecnológica. No se trata de conocer solo pericias técnicas o dinámicas de funcionamiento de un objeto, medio técnico o inclusive de la cultura algorítmica bajo la complejidad sociotécnica del tecnoceno. Tampoco relacionar o aplicar dichas técnicas a una situación hipotética o a una realidad alejada de la experiencia de los sujetos. Por eso, en su propuesta de educación dialógica, Freire alerta sobre la dimensión gnoseológica donde comprender el mundo, o un aspecto de este, para promover conciencia crítica, debe estar aliado al proceso de problematización de la realidad.

Es necesario la problematización de la realidad, como desafíos a los modelos de representación de lo real prevalentes. Es decir, promover confrontaciones sobre visiones del mundo, construidas sobre bases epistemológicas no conocidas o apropiadas por los sujetos, o que puede posibilitar una nueva mirada sobre la realidad inmediata en busca de su transformación.

La educación dialógico/problematizadora implica la identificación y cuestionamiento de un problema para analizarlo, investigar y buscar soluciones; convertir una situación o una idea en una pregunta que motive la reflexión y la investigación; la formulación de preguntas que genere conciencia sobre las situaciones que afecta, que permitan que los sujetos analicen la realidad para cambiarla (Silva, 2007). Pero no cualquier problema es digno de abordaje.

Aquí cabe aclarar nuestra comprensión sobre el diálogo y la problematización, para evidenciar la construcción de la idea de educación dialógica-problematizadora. El pensamiento freireano puede caracterizarse como humanista dialógico y:

> en sintonía con el mundo, sin intentar alejarse de él en ningún momento. Reconoce que el hombre domina la naturaleza y la sociedad, la historia y su propio futuro, acentuando así el papel de la iniciativa humana y el cuestionamiento de las ideologías fatalistas y la resignación (Bauer, 2008, p. 41).

Para Freire, el carácter dialógico en la educación, y en el presente trabajo en la Educación Tecnológica, significa que el conocimiento no se transmite del educador

al educando, sino del educador con el educando, es decir, es una “relación de “simpatía” entre los polos, en busca de algo” (Freire, 2011, p. 110, énfasis del autor). Ante esto, hay que discutir cómo se produce el proceso de constitución del conocimiento tecnológico, es decir, ¿en qué medida es más dialógico o más bancario?

En otras palabras, la dialogicidad en Freire significa que la relación con el conocimiento no se da de forma unilateral y vertical, que parte como una donación de quien posee el saber (el maestro) a quien es ignorante (el alumno), es decir, la educación bancaria. Esta relación debe ser colectiva y horizontal, ya que no hay quien posea todo el conocimiento, como tampoco hay quien lo ignore todo. La dialogicidad implica una relación de respeto hacia los diferentes conocimientos que poseen los sujetos del proceso educativo, el profesor y el alumno.

Para Freire (2005, p. 193), problematizar es «ejercer un análisis crítico sobre la realidad problemática», para poder aprehender y comprender críticamente la totalidad en la que se está insertado. O, conforme Lambach (2013), la problematización promueve el análisis crítico de la realidad en la que se encuentra el hombre, realidad considerada como una totalidad insertada en una totalidad mayor. A continuación, se fragmenta esa totalidad en sus partes componentes para comprenderla mejor, volviendo posteriormente a analizar la totalidad de forma más clara.

La problematización parte del cuestionamiento crítico de la realidad del microcosmos local, identificando su totalidad como una parte del total de la realidad macro, analizando críticamente la dimensión macro y las interrelaciones entre diferentes realidades locales. Por último, vuelve al contexto local para volver a analizarlo, tanto como parte como macro reinterpretado.

Con ello, la transposición del pensamiento de Paulo Freire para la educación escolar ha ocurrido en diferentes áreas de conocimiento, con adaptaciones y resignificaciones, pero con punto común de endosar la perspectiva de transformación social para repensar humildemente el accionar docente hacia la no linealidad y la antidialogicidad. De esta manera la reflexión crítica de la práctica se acompaña de proceso de investigación de la propia práctica.

Según Lambach (2013), la problematización tiene como objetivo el análisis de situaciones concretas, consideradas «situaciones límite», organizadas en forma de

problemas para exponer el conflicto estructural existente en las explicaciones de carácter mítico o místico que se dan a las contradicciones vividas por la comunidad oprimida. Esto caracteriza al mundo como un conjunto de problemas que deben identificarse y resolverse de acuerdo con las necesidades locales.

Para la Educación Tecnológica implica un modelo de enseñanza donde el punto de partida son situaciones significativas, que encierran contradicciones vividas por la comunidad, localizadas a través de la Investigación Temática y del Tema Generador como estructurantes del proceso educativo. La búsqueda y obtención dialógica de temas, con la comunidad y no para la comunidad, sirven de estructuradores de aquello que se pretende enseñar en determinado periodo de tiempo, donde el saber o contenido a enseñar es el punto de llegada y no el punto de partida del proceso educativo. Por ello, Investigación Temática y Tema Generador son dos categorías praxeológicas para la localización de objetos de enseñanza-aprendizaje, cruciales en la planificación docente y a partir de las cuales podrán luego ser formulados y abordados los problemas (Niezwida, 2012).

Planificación curricular sobre la realidad sociotécnica: Hacia una Educación Tecnológica crítica

En términos praxeológicos la perspectiva freireana adoptada para la Educación Tecnológica ocurre en un ciclo sistemático de cinco etapas enunciadas por Freire (2005), en las que primero se realiza el “Estudio Preliminar”, luego el “Análisis de las Situaciones Significativas y elección de las codificaciones”, los “Diálogos Descodificadores” y la “Reducción Temática”, siendo en esta última donde se delimitan los “Temas Generadores”.

Figura 1: Construcción popular crítica de la práctica dialógico-problematizadora



Fuente: Elaboración propia (2025).

El ciclo inicia en identificar comprensiones de profesores y estudiantes sobre los problemas de la comunidad escolar. Estudiantes, docentes y formadores participan de la elaboración y aplicación de cuestionarios y entrevistas a habitantes de la comunidad privilegiando el contacto directo con el entorno de la escuela, realizando registros escritos, fotográficos y en audio.

Los resultados de esta búsqueda son analizados dialógicamente por el equipo docente investigador y envuelto en la planificación curricular, quienes tienen que identificar posibles situaciones significativas enunciadas explícita o implícitamente en los relatos de diferentes miembros de la comunidad. Cuando son localizadas, las situaciones potenciales estas son codificadas por el equipo, mediante uso de imágenes, frases, carteles, música, etc. Las situaciones codificadas son tomadas como objeto de diálogos problematizadores que suceden entre equipo, profesores, estudiantes y comunidad escolar.

El segundo momento, vinculado a la codificación de situaciones, deriva al tercer momento, en el cual las codificaciones son presentadas a la comunidad escolar para promover diálogos decodificadores. Aquella situación inicial reconocida por el equipo, luego de explicitada a la comunidad, puede favorecer la explicitación de como la comunidad la entiende, como se manifiesta sobre ellas, cuál es su visión a respecto de tales situaciones, cuáles son los niveles de conciencia de los habitantes

a respecto de las situaciones vividas por ellos y codificadas por el equipo. Este momento de encuentro entre equipo y comunidad es importante, no para validar o legitimar suposiciones sino para localizar relato más representativo; obtener datos cualitativos que permitan realizar una síntesis de situaciones que encierran contradicciones sociales vividas por la comunidad escolar.

En este sentido es crucial reconocer que el advirtió que, Para muchos, la realidad concreta de una determinada zona se reduce a un conjunto de datos materiales o hechos cuya existencia o no, desde nuestro punto de vista, es importante verificar. Para mí, la r**ealidad concreta es algo más que hechos o datos** tomados más o menos en sí mismos. **Son todos estos hechos y todos estos datos, más la percepción que está teniendo la población involucrada en ellos**. Así, la realidad concreta se me da en la relación dialéctica entre objetividad y subjetividad (Freire, 2015, [énfasis agregado)

Destacamos a modo de ejemplo, parte de este ciclo de Investigación Temática en la reorientación curricular producida en una institución secundaria de Oberá, Misiones. En este caso, el análisis de la planificación de todo un año escolar se articulaba a un tema global con justificaciones en hechos locales. La problemática ambiental, configurada desde una perspectiva naturalista y romantizada del entorno, buscaba ser contextualizada en la acumulación de residuos en el barrio y originando actividades que animaban a la comunidad en la recolección de materiales plásticos descartables para la construcción de objetos decorativos. En el Estudio de la Realidad, el equipo ha sintetizado como significativo el relato de una madre:

> Nuestro barrio es tranquilo. Tenemos recolección de basura dos veces por semana y no tenemos empedrado. Les enseño a no tirar basura en el arroyo y plantamos árboles. Tenemos una vertiente para el agua y muchos mosquitos. Yo ayudo a la escuela a poner la basura en el lugar. (Madre comunidad, Proyecto Res.CS Nº 1035/19)

En la Investigación Temática participaron madres, padres y vecinos del barrio a través de encuestas aplicadas por los estudiantes del secundario. También fueron realizadas entrevistas en profundidad con vecinos por parte del equipo[25] los que

[25] El equipo se constituyó por una de las autoras de este trabajo, en la dirección del proyecto, por formadores de profesores y estudiantes del Profesorado en Educación Tecnológica de la FayD,

propiciaron diálogos decodificadores con ellos y con los estudiantes de la institución, permitiendo alcanzar instancias de resignificación de la propuesta de la institución.
Otro caso ejemplar, como muestra el Cuadro 1, ilustra la selección de un discurso representativo, dados los hechos vividos por habitantes de la comunidad escolar y las respectivas visiones vislumbradas sobre los hechos de realidad.

Cuadro 1: De situaciones significativas a saberes a enseñar en ET.

Relatos Significativos	**Justificación de relatos seleccionados a partir de los conflictos**	**Visión de los educadores** ¿qué preguntas, cuestiones o aspectos creemos que están involucrados en los relatos?	**Temas de Tecnología, conocimientos generales**	**Saberes contenidos en NAP de ET**
"Progresamos bastante en general. El barrio tenia mucho monte, no había luz, ni agua, las calles eran aterradoras no había vereda ni colectivo. Ahora hay luz, agua potable, alumbrado, público, pasan los colectivos, hay muchas cosas nuevas y se están construyendo mas, las calles son empedradas y también hay un CIC". "Hay mucha inseguridad, pero igual es lindo".	**El progreso y la civilización no dependen exclusivamente de "tener" ni del acceso a bienes y servicios.**	Sistema de potabilización de agua, transporte público, red de distribución de energía, servicios de comunicación (internet, cable, fibra óptica, antenas de telefonía). Idea de Civilización. Derechos básicos x derechos adquiridos. Acceso al sistema de salud pública. Sistema de seguridad. Educación. Modificación del entorno natural. Preservación del monte nativo. Obras de saneamiento. Proliferación y Prevención de enfermedades que se transmiten por vectores. Sistemas de recolección de residuos. Separación de residuos. Reservorios de agua. Ideas de progreso. Progeso social/progresotecnológico. ¿que es progreso? que es inovación? Concepto de lindo. Impacto del progreso. Antecedentes de progreso. Progreso/no progreso. Particpación/inclusión. Acceso/inlcusión. Co-construcción de soluciones como medio de progreso. Concientización.	Procesos de potabilización de agua. Sistemas (Transporte Público, Distribución de energía, Recolección de residuos) Transporte de la información (internet, cable, fibra óptica, antenas de telefonía). Avance de obras de infraestructura (Vial, Civil, Saneamiento), modificación del entorno natural. Proliferación de vectores y prevención de enfermedades transmitidas por los vectores.	En relación con los procesos tecnológicos El interés y la indagación acerca de los procesos tecnológicos. Esto supone: Reconocer las operaciones de transformación de insumos que emplean microorganismos para obtener o mejorar productos El reconocimiento del modo en que se organizan y controlan diferentes procesos tecnológicos. Esto supone: Analizar técnicas de control de la calidad en la producción, identificando las cualidades que se evalúan y reconociendo las diferencias entre evaluar resultados y evaluar procesos En relación con los medios técnicos La identificación de las relaciones entre los componentes de un sistema, sus propiedades y las funciones que cumplen. Esto supone: analizar máquinas identificando los flujos de materia que circulan, reconociendo las funciones de los mecanismos que las constituyen (transformación, transporte y almacenamiento) y los dispositivos y estrategias de control que poseen Utilizar dibujos, bocetos y planos para representar formas, dimensiones y estructuras de artefactos y dispositivos En relación con la reflexión El reconocimiento de que los procesos y las tecnologías se presentan formando conjuntos, redes y sistemas. Esto supone: analizar y representar, mediante diagramas y esquemas, las diversas interacciones entre procesos tecnológicos, actores y tecnologías que configuran un sistema sociotécnico.

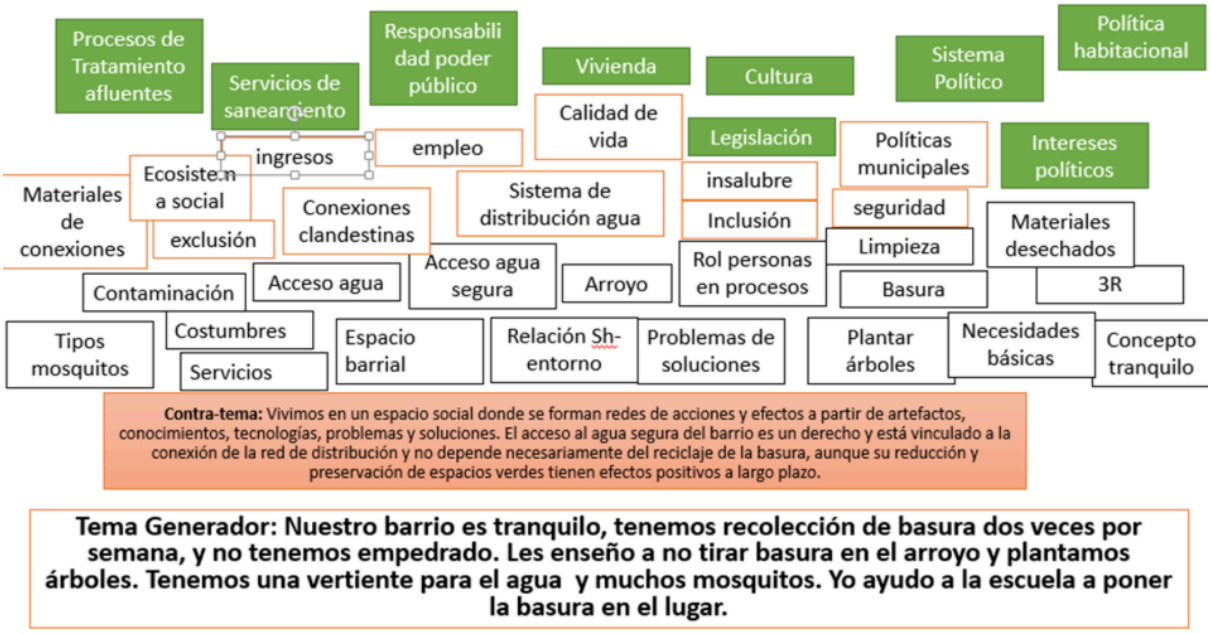
Fuente: Elaboración propia a partir de informe Proyecto 20/D28-PE

El diálogo sobre el estudio de la realidad permitió la problematización de visiones del equipo acerca de que es realidad, cómo es posible comprenderla, cuáles son las visiones acerca de lo que es significativamente valioso. Para la institución, implicó también la incorporación de saberes específicos del campo de la Educación Tecnológica, contenidos en los NAP, tal como muestra el Cuadro (1).
El cuarto momento del ciclo de Investigación Temática corresponde al rol colectivo de educadores, de todas las áreas del saber escolar, para seleccionar aquellos saberes contenidos en los documentos curriculares específicos que permiten comprender la situación contradictoria manifestada en los relatos. Los saberes, contenidos en los respectivos documentos curriculares vigentes, se reducen a los datos de la realidad.
El Cuadro (1) y la Figura (2) representan una red de temas que articularían solamente saberes de los NAP de Educación Tecnológica. Pero, siguiendo aportes de Silva (2004) y Lambach (2013) es fundamental que el trabajo colectivo e

UnaM, y por miembros la institución escolar adoptante del proyecto, como docentes de Educación Tecnológica y el directivo escolar.

interdisciplinar suceda en la institución para la construcción de redes temáticas que jerarquizan y organizan los diferentes saberes y en distintos niveles, de lo local a lo global, de modo tal en que la situación contradictoria efectivamente es balizadora de toda la selección.

Figura 2: Red temática para construcción curricular de Educación Tecnológica



Fuente: Elaboración propia (2025)

Producida la reducción temática los equipos pueden pasar al momento en que se realiza la organización temática de las asignaturas escolares, conforme los tiempos escolares, los requisitos institucionales (unidades temáticas anuales, propuestas pedagógicas bimestrales o guiones conjeturales) y la planificación de las actividades y recursos para el accionar dialógico dentro de la sala de clase. Además podrán ser trazadas estrategias didácticas que dialoguen y problematicen la realidad, donde pueden incluirse las de la Educación Tecnológica.

Si bien en este trabajo nos limitamos a momentos de la Investigación Temática (IT), vale destacar que momentos posteriores corresponden a aquello que sucede dentro del aula. En este sentido las codificaciones de situaciones reales, diseñadas y utilizadas en el segundo momento de IT, son insumos ricos para la promoción de momentos problematizadores con los estudiantes. El planteo de diversas actividades en situación pedagógica debe permitir la problematización dialógica de la realidad,

donde la comprensión y construcción de conocimiento con el estudiante, sin limitarse a la adquisición de conceptos o saberes, debe favorecer acciones de caminos transformadoras de la realidad, una realidad que oprime y aliena.

Como recuerda Silva (2007), quien actúa sobre los hombres y mujeres para adoctrinarlos y adaptarlos cada vez más a la realidad, suponiendo que ella debe permanecer intocada, son los dominadores. No es posible perder de vista el sentido humanizador de toda la práctica educativa y las acciones de recuperación de la humanidad robada. En todo momento es necesario resistir a un modelo bancario de educación que entiende a priori los objetos que mediatizan la enseñanza.

En la figura (3) se representa sintéticamente momentos de las acciones descriptas.

Figura 3: Proceso de Organización de la Praxis liberadora



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para finalizar, cabe ejemplificar la diferencia en los modos de enfrentar los procesos educativos cuando la criticidad es buscada a través de la propuesta freireana.

Un levantamiento mediante un cuestionario aplicado docentes Inscriptos en un Taller sobre abordaje Freireano de Problemas en el marco de Proyecto Cátedra en Acción 2024-2025 de la UNaM de Educación Tecnológica que trabajan en distintos puntos de Argentina ejemplifica el contenido de los objetos de estudio para promover Educación Tecnológica (ver figura 4).

De modo más específico, y como resultado del desarrollo del primero y segundo momento de la IT en talleres de formación docente, destacamos lo manifestado por participantes, que expresan la percepción de un cambio en el modo de organizar su praxis.

Mientras “estaba articulando la planificación sobre problemáticas socioambientales”, pasó a “reconocer situaciones reales de vivienda, vinculadas a que la comunidad atravesó el hundimiento de casas, su demolición por estar ubicadas en terrenos frágiles para la construcción, mientras que sectores de la población más pudientes accedieron a terrenos más estables” (Docente Alfa, Proyecto 16/D68-TC).

Figura 4: Abordaje de problemas en Educación Tecnológica



Fuente: Elaboración propia (2025)

En otros casos, el interés del participante era trabajar sobre la configuración didáctica a partir de problemas para definir “qué herramientas y materiales son convenientes para realizar juegos para los recreos de su institución” (Docente Beta, Proyecto 16/D68-TC). Partiendo del estudio cualitativo de la realidad, resultados preliminares permitieron cambiar el foco. La participante identificó datos de la comunidad sobre situaciones de relocalización. Señaló como significativo en los datos de una encuesta que un vecino de la escuela manifestó: “Mi barrio es pintoresco y tranquilo. Antes tenía más vegetación. Ahora está mucho más poblado, con alumbrado vecinal, y en los terrenos (...) están los vecinos reubicados por la obra de la costanera” (Proyecto 16/D68-TC, Docente Beta).

En otro caso, el docente afirmó estar buscando recursos por sentir dificultad para saber desde donde partir o qué situación es digna de trabajar con sus estudiantes. Se propuso la realización de encuestas a la comunidad, la cual al ser presentada, el docente afirma:

> Esos problemas yo no los percibo, porque es segura la zona donde vivo. Ese problema que dicen no lo conozco, habré ido al lugar, pero nunca voy a esos sectores… Tengo conocimiento de la violencia, de la drogadicción porque lo leo por las redes sociales, noticias, pero después en los chicos, a pesar de que ellos tienen ese problema, en la escuela deben comportarse de cierta manera, porque cuando se inscriben la escuela se les hace firmar un acta como régimen de convivencia para que sepan que si algo de eso entra a la escuela se hace un acta (Proyecto 16/D68-TC, Docente Gamma).

Aunque preliminares, los datos recolectados por el docente son reales y suficientes para revelar en su discurso, primero, la autopercepción de su rol en la construcción de la realidad vivida por la comunidad y, también, los mecanismos herméticos de la escuela a estas situaciones. Es decir, el hermetismo escolar es organizado y visibilizado, cristalizándose en relaciones de poder y en jerarquías institucionales. Así como las acciones con los docentes en diferentes experiencias muestran la importancia de la IT para la estructuración curricular, también señala situaciones significativas de nuestra realidad educacional.

Consideraciones finales

Al revisar el objetivo del presente artículo, es decir, "caracterizar la contribución gnoseológica de la perspectiva educativa de Paulo Freire para la planificación curricular de la Educación Tecnológica", observamos que, basándonos en las actividades realizadas con profesores que trabajan en la educación primaria y secundaria, se puede apreciar que el estudio pone de manifiesto una fuerte lucha contra una visión de la Educación Tecnológica como mera instrumentalización de la tecnología.

Durante la formación de los profesores, con la realización del movimiento de “estudio de la realidad”, percibimos un cambio de perspectiva, desde esta etapa, sobre el papel de la Educación Tecnológica con características de contextualización. Como el caso de una escuela perteneciente a una localidad carente y muy fría de Argentina, cuyas viviendas de los alumnos eran precarias y con riesgo de derrumbe. Sin embargo, tal situación se había naturalizado por completo, es decir, ni siquiera los residentes se daban cuenta de lo que los había llevado a esa condición. Tras los estudios y el diseño preliminar de una Red Temática (Silva, 2004), el profesor comprendió la importancia de tomar como punto de partida estas condiciones sociales vividas por los alumnos, problematizarlas y convertirlas en el foco central de la organización programática de las clases de ET.

Destacamos las palabras de una docente:

> En la vorágine de la docencia no escuchamos a los chicos, damos contenidos, y ahora aprendí a escuchar más relatos minuciosamente y a encontrarnos con realidades que ellos ven, que creen, que se imaginan, pensando en un mundo ideal. Afinar la mirada, como docentes tenemos que ser grandes observadores para desnaturalizar el contexto en que viven los niños. Nos matamos pensando en problemáticas y al final la problemática está en la voz de los estudiantes, eso me parece es lo que da una vuelta a nuestra prácticas y que sean realmente situadas. Hoy me voy pensando en tener que volver a las entrevistas y encontrar aquello que no estoy pudiendo ver con una mirada más reducida (Proyecto 16/D68-TC, Docente Alfa).

Con esto, se puede decir que el desarrollo de la Educación Tecnológica desde la perspectiva dialógica y problematizadora de Paulo Freire puede ser un camino

virtuoso para que el conocimiento escolar sea apropiado por todos los participantes en el proceso educativo. Esto es así porque permite un aprendizaje significativo para todos, formar sujetos críticos y busca una intervención en la realidad inmediata, muy apropiada para la Educación Tecnológica crítica.

El análisis de las experiencias desarrolladas permite alertar sobre algunos aspectos. La contribución de la perspectiva freireana a la Educación Tecnológica no implica equiparar “problemas” con “contradicciones”, ni suprimir el tratamiento de saberes curricularizados de ningún campo. Proponemos pensar la organización de saberes escolares a partir de situaciones significativas que encierran contradicciones sobre la realidad. Asimismo, se diferencia de otros abordajes o enfoques dado que el vínculo con el territorio o la comunidad escolar no supone la justificación de la selección de temas o problemas. En la perspectiva dialógico-problematizadora los saberes del campo son una meta para la transformación social, no el punto de partida.

Aquí, entonces, se anuncia la continuación del trabajo de formación e investigación en torno a la Educación Tecnológica desde una perspectiva dialógica y problematizadora, con el propósito de hacer a los sujetos más humanos, más participativos, más conscientes de su historicidad y, por lo tanto, más críticos con respecto a la realidad vivida, consecuencia de un proceso histórico de opresión.

Referencia bibliográfica

- Bauer, C. *Introdução crítica ao humanismo dialógico de Paulo Freire.* Editora Instituto José Luís e Rosa Sundermann, 2008.
- Beck, Ulrich. (2002) *La sociedad del riesgo global*. Traducción: Jesús Alborés Rey Siglo XXI Editores.
- Costa, Flavia. (2021). *Tecnoceno*. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida. Taurus
- Diseño Curricular Jurisdiccional de Educación PRIMARIA Versión ïntegra 2019
- Diseño Curricular Jurisdiccional de Educación PRIMARIA 2019, Versión modular (Resolución 473/19)
- Freire, Paulo. (2005). *Pedagogia do oprimido*. 40. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

- Freire. Paulo (2015). *Pedagogía de la Esperanza. Un reencuentro con la pedagogía del oprimido*. Siglo XXI
- Freire, Paulo (2011). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI
- Flores (2017) Resolución de problemas sociotécnicos. Algunos aportes. En. Leliwa, Susana (comp) (2017). *Educación Tecnológica. Ideas y Perspectivas*. Brujas
- Lambach, Marcelo (2013). *Formação Permanente de Professores de Química da EJA na Perspectiva Dialógico-Problematizadora Freireana* / Marcelo Lambach; orientador, Carlos Alberto Marques; coorientador, Antônio Fernando Gouvêa da Silva. - Florianópolis, SC, 2013.
- Leliwa, Susana (comp) (2017). *Educación Tecnológica. Ideas y Perspectivas*. Brujas
- Marpegan, Carlos María (2020) *Fundamentos y especificidad de la Educación Tecnológica como espacio curricular*. En. Leliwa, Susana y otros (2020). *Tecnología y Educación. Aquí, allá y más allá.* Brujas
- Ministerio de Educación. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios*, séptimo Año, Consejo Federal de Educación
- Ministerio de Educación. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios*, Educación Secundaria. Consejo Federal de Educación
- Ministerio de Educación. (2004). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios*, Primer Ciclo de Educación Primaria, Consejo Federal de Educación
- Ministerio de Educación. (2004). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios*, segundo Ciclo de Educación Primaria, Consejo Federal de Educación
- Niezwida, Nancy Rosa Alba (2012). *Educação Tecnológica transformadora: A formação docente na constituição de Estilos de Pensamento*. Tesis. Programa de Pós- Graduação (stricto sensu) em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil. Disponible en: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100759
- Proyecto 16/D68-TC. (2025) *Abordaje crítico de problemas sociotécnicos y socio científicos*. Cátedras en Acción. Año 2024 Universidad Nacional de Misiones

- Proyecto 20/D28. (2023). *Tecnología Solidaria para la Inclusión Comunitaria*. Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión (Profae). Universidad Nacional de Misiones
- Proyecto Res.CS Nº 1035/19 (2019). *La tecno-ciencia como show***.** Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión (Profae). Universidad Nacional de Misiones
- Silva, Antonio Fernando Gouvea, da. (2007). *A busca do tema gerador na práxis da educação popular*. Editora Gráfica Popular
- Silva, Antonio Fernando Gouvea, da. (2004). *A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas.* Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- Sued, Gabriela Elisa. (2022). Culturas algorítmicas: conceptos y métodos para su estudio social. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, *67*(246), 43-73. Epub 08 de mayo de 2023. https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2022.246.78422

5. PEDAGOGÍAS EN DISPUTA: EDUCACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIUDADANÍA

Mariana Casas[26] *y Mariana León*[27]

Resumen

Este trabajo propone un análisis de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) de Educación Tecnológica para la educación primaria en Argentina, entendiendo que, aunque se presentan como herramientas pedagógicas, son también construcciones sociales atravesadas por valores, intereses y decisiones contextuales.

Nos interesa pensar cómo estos NAP se vinculan con la construcción de ciudadanía, el pensamiento crítico, la no neutralidad de las tecnologías y el enfoque sociotécnico. En esta línea, retomamos aportes de las pedagogías críticas contemporáneas, en particular las propuestas de John Holloway (2011), que plantean la posibilidad de generar transformaciones desde la acción cotidiana, entendiendo la educación tecnológica como un espacio de insubordinación creativa frente a las lógicas de producción y consumo.

Asimismo, nos apoyamos en las Pedagogías decoloniales compiladas por Catherine Walsh (2013), que promueven prácticas pedagógicas situadas, capaces de cuestionar la colonialidad del saber, el poder y el ser. Esta mirada permite repensar los criterios de selección tecnológica en función de los contextos socioculturales de las comunidades.

El pensamiento de Enrique Dussel (1996) aporta una base ética y filosófica para abordar la dimensión decolonial de la tecnología y su vínculo con la justicia social.

[26] Mariana Casas. Profesora en Educación Tecnológica por la UADER, Especialista en Educación y TIC (FLACSO e INFoD) y en Políticas Socioeducativas (INFoD). Es maestranda en Procesos Educativos mediados por Tecnologías (UNC). Actualmente se desempeña como Directora de Educación a Distancia y docente en la FHAyCS (UADER), y como profesora en el Profesorado en Educación Tecnológica de la FCyT. Tiene más de 18 años de experiencia docente en Nivel Secundario y desde hace 12 años en profesorados de formación docente, dictando asignaturas vinculadas a la educación tecnológica. Es coautora de propuestas de formación docente virtual y desde 2014 desarrolla acciones de capacitación en tecnologías aplicadas a la educación.

[27] Mariana León. Profesora de Educación Primaria con Orientación Rural por la FHAyCS de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Colaboradora en capacitaciones docentes, proyectos de extensión de cátedra y talleres vinculados a la Educación Tecnológica, así como también en la investigación “Impacto de los procesos de definición de los contenidos de Educación Tecnológica, en el marco de la Política Pública de Argentina”. Actualmente se desempeña como parte del equipo de la Secretaría de Escuelas de la FHAyCS en la UADER, como profesora en la Cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica del Profesorado de Educación Primaria Rural y como Profesora de la cátedra Arte y Educación en el Profesorado de Nivel Inicial en la misma facultad.

Complementariamente, el *Diccionario Paulo Freire* (Streck, 2015) nos ofrece conceptos clave para una educación emancipadora.

Finalmente, proponemos algunas conclusiones provisorias y abiertas, que invitan al diálogo y a la construcción colectiva de sentidos en la búsqueda de una educación tecnológica para la vida, basada en la pedagogía de la liberación y la pregunta transformadora.

Palabras claves: Enfoque sociotécnico, Ciudadanía crítica, Pedagogías decoloniales, No neutralidad tecnológica

Introducción

José de Souza Silva dice que "...muchos educadores confunden la pedagogía con la didáctica, y la manejan como un conjunto de 'técnicas educativas' para viabilizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, sin percibir los valores, intereses y compromisos incorporados en dichas técnicas" (Sousa Silva en Walsh, 2013, p. 497). Es en este sentido que nos proponemos hacer un análisis de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios de Educación Tecnológica para la educación primaria en nuestro país entendiendo que si bien se trata de un elemento pedagógico, al ser un producto de la creación y selección humana de ciertos saberes, objetivos y estrategias, en un determinado contexto, comprende tras de sí y en su nacimiento decisiones basadas en estos valores, intereses y compromisos.

Es por ello que nos volcamos a la construcción de un entramado que nos permita comprender de forma compleja de qué modo se enlazan el Núcleos de Aprendizaje Prioritario antes mencionados, la construcción de la ciudadanía y del pensamiento crítico, la no neutralidad de las tecnologías y el enfoque sociotécnico.

Para ello, se retoman perspectivas críticas de las pedagogías contemporáneas, con especial énfasis en las propuestas de John Holloway (2011) en *Agrietar el capitalismo. El hacer contra el trabajo*, donde se plantea la posibilidad de transformar el mundo desde la acción cotidiana y la creación de grietas en el sistema. Desde esta mirada, la educación tecnológica puede concebirse como un espacio de

insubordinación creativa, en el que los y las estudiantes cuestionan las lógicas de producción y consumo que perpetúan desigualdades.

Asimismo, el trabajo se inscribe en el marco de las *Pedagogías decoloniales* compiladas por Catherine Walsh (2013), que proponen prácticas pedagógicas insurgentes y situadas, que resisten la colonialidad del saber, el poder y el ser. Estas perspectivas permiten analizar los criterios de selección tecnológica desde un enfoque que considere las condiciones socioculturales y económicas de las comunidades, promoviendo una mirada más contextualizada y menos eurocéntrica de la tecnología.

Por otro lado, el pensamiento de Enrique Dussel (1996) aporta una base sólida desde la ética y la filosofía política, claves para comprender la dimensión decolonial en la construcción del pensamiento tecnológico y su relación con la justicia social. Complementariamente, el *Diccionario Paulo Freire* servirá como referencia para analizar conceptos clave de la educación liberadora y su conexión con la emancipación social.

Por último planteamos algunas conclusiones siempre a modo provisorio, dialógico, que abre a la co-construcción de sentidos en la búsqueda de una educación, y en particular de una educación tecnológica, que sea una educación para la vida basada en una pedagogía de la liberación siguiendo a Souza Silva en Walsh (2013) y que pretende en el sentido de las grietas que Holloway plantea avanzar en una exploración que es indistinguible de la creación y donde los caminos se hacen al andar (2011, p. 44) y de la pedagogía de la pregunta de Freyre, entendiendo que “La pregunta parte de la curiosidad, sin la cual no puede haber verdadera producción de conocimiento” (Streck, 2015, p. 410). Entendiendo que no hay mejor modo de dar continuidad a este breve escrito que con ciertas preguntas que surgen en “el propio caminar”.

La educación Tecnológica y la construcción de ciudadanía

Enseñar educación tecnológica para promover la construcción de ciudadanía implica cuestionar la idea de un desarrollo tecnológico universal y reconocer la diversidad de conocimientos y prácticas que han configurado las tecnologías a lo largo del tiempo.

Esto supone problematizar su supuesta neutralidad, analizando cómo se construyen en función de intereses sociales, económicos y culturales, y cómo, a su vez, modelan las relaciones humanas y los entornos. Es fundamental que la escuela invite a reflexionar sobre la coexistencia de diferentes formas de hacer y pensar la tecnología, visibilizando aquellas que han sido históricamente marginadas y promoviendo una mirada crítica sobre las desigualdades en el acceso y uso de las innovaciones tecnológicas.

Este posicionamiento implica desafiar la visión lineal y universal del desarrollo técnico, reconociendo que los cambios tecnológicos no solo impactan en la sociedad, sino que también son producto de ella. Asimismo, es clave analizar cómo los cambios en los sistemas sociotécnicos y productivos responden a lógicas de poder que pueden generar desigualdades, invisibilizando conocimientos y prácticas locales. Por ese motivo la enseñanza de la tecnología no puede reducirse a la mera transmisión de conocimientos técnicos descontextualizados. Desde una mirada decolonial y en sintonía con el pensamiento de Paulo Freire, expresado en su Diccionario, es necesario problematizar la noción de un desarrollo tecnológico universal y cuestionar las condiciones sociales, históricas y políticas que configuran las tecnologías. La “educación problematizadora” (Sartori en Streck, 2015, p. 170) permite superar el enfoque bancario al plantear interrogantes sobre quiénes diseñan la tecnología, con qué propósitos y a quiénes benefician o excluyen. De este modo, la tecnología deja de ser vista como un conjunto de herramientas neutrales y pasa a entenderse como un campo atravesado por relaciones de poder.

Este enfoque es clave para la emancipación y el empoderamiento (Moreira en Streck, 2015, p. 184-186), ya que visibilizar los saberes tecnológicos de comunidades históricamente marginadas permite que los estudiantes se reconozcan como productores de conocimiento y no solo como consumidores de tecnologías impuestas. Freire enfatiza la importancia de recuperar las voces de aquellos sectores tradicionalmente excluidos, lo que en educación tecnológica implica reconocer y valorar las soluciones tecnológicas propias de cada contexto en lugar de imponer modelos hegemónicos.

Asimismo, es imprescindible asumir una postura de alteridad (Trombetta en Streck, 2015, p. 46) que reconozca la diversidad de formas de conocimiento tecnológico. La educación popular (Paludo en Streck, 2015, p. 176) freireana nos recuerda que la tecnología no es un patrimonio exclusivo de los países centrales ni de las grandes industrias, sino que los pueblos originarios, las comunidades rurales y los sectores populares han desarrollado históricamente sus propias tecnologías en función de sus necesidades y cosmovisiones. Incorporar estos saberes en la educación es un acto de justicia epistémica que permite construir conocimientos desde el diálogo y el respeto a las experiencias de cada comunidad.

A su vez, Freire plantea que el trabajo y la relación entre trabajo y educación (Bueno Fischer en Streck, 2015, p. 502-505) deben ser comprendidos más allá de la lógica capitalista de productividad y eficiencia. En educación tecnológica, esto implica analizar cómo el desarrollo tecnológico impacta en las condiciones laborales y en la vida de las personas, promoviendo debates sobre sostenibilidad, justicia social y el derecho a un trabajo digno. De este modo, se busca formar sujetos críticos que no solo se adapten a los cambios tecnológicos, sino que también puedan incidir en su orientación y uso en favor del bienestar colectivo.

Finalmente, Freire nos recuerda que la transformación educativa debe sostenerse en el principio de unidad en la diversidad (Guareschi y Fleitas en Streck, 2015, p. 514), lo que en educación tecnológica significa incorporar múltiples formas de conocimiento, desde las científicas y técnicas hasta las artesanales e indígenas. Construir un modelo educativo verdaderamente inclusivo requiere abandonar la idea de que solo existe una forma legítima de desarrollar tecnología y abrir espacio a la pluralidad de saberes.

En este sentido, la enseñanza de la tecnología debe orientarse hacia la **emancipación y el empoderamiento** (Moreira en Streck, 2015, p. 184- 186), permitiendo que los estudiantes reconozcan los saberes y prácticas tecnológicas de sus comunidades como válidos y relevantes. Las tecnologías no deben presentarse únicamente como desarrollos originados en contextos hegemónicos, sino que es fundamental visibilizar cómo las comunidades han producido y adaptado soluciones tecnológicas según sus necesidades y realidades.

Por otro lado, el análisis de las transformaciones tecnológicas debe considerar la relación entre **trabajo y educación** (Ribero en Streck, 2015, p. 505-507), en tanto los cambios en los sistemas sociotécnicos y productivos responden a lógicas de poder que pueden generar desigualdades y precarización. Freire nos recuerda que el trabajo no es solo una actividad económica, sino también un espacio de construcción de identidad y de transformación social. Esto implica que la educación tecnológica no debe estar orientada únicamente a la capacitación para el mercado laboral, sino que debe problematizar las condiciones en las que se insertan las nuevas tecnologías y su impacto en la dignidad del trabajador.

En síntesis enseñar educación tecnológica puede y debe ser una oportunidad, de desarrollar "...la 'descolonización ontológica, epistemológica, metodológica y axiológica' necesaria para formar ciudadanas y ciudadanos que piensen crítica, creativa y propositivamente." (Souza Silva en Walsh, 2013, p. 481)

La educación tecnológica y la no neutralidad de las tecnologías

La enseñanza de la educación tecnológica debe permitir comprender que las tecnologías no son neutras, sino que están atravesadas por relaciones de poder que determinan su acceso, uso y desarrollo. Desde una perspectiva decolonial, es fundamental problematizar cómo ciertas tecnologías benefician a algunos sectores mientras profundizan desigualdades en otros, y cómo su distribución responde a lógicas económicas y políticas globales. Reflexionar sobre quiénes diseñan, controlan y deciden sobre las tecnologías permite cuestionar su aparente universalidad y visibilizar conocimientos y soluciones tecnológicas marginadas. Enseñar estos contenidos no solo fomenta una comprensión crítica de las tecnologías en la vida cotidiana, sino que también habilita la construcción de una ciudadanía capaz de disputar su sentido y apropiación.

La enseñanza de la educación tecnológica debe permitir comprender que las tecnologías no son neutras, sino que están atravesadas por relaciones de poder que determinan su acceso, uso y desarrollo. Desde una perspectiva decolonial, es fundamental problematizar cómo ciertas tecnologías benefician a algunos sectores mientras profundizan desigualdades en otros, y cómo su distribución responde a lógicas económicas y políticas globales. Reflexionar sobre quiénes diseñan,

controlan y deciden sobre las tecnologías permite cuestionar su aparente universalidad y visibilizar conocimientos y soluciones tecnológicas marginadas. Enseñar estos contenidos no solo fomenta una comprensión crítica de las tecnologías en la vida cotidiana, sino que también habilita la construcción de una ciudadanía capaz de disputar su sentido y apropiación.

Desde la mirada de Paulo Freire, la tecnología, en el contexto del capitalismo, no puede desligarse del fenómeno de la **alienación** (Kieling en Streck, 2015, p. 45-46). Como señala en *Pedagogía de la Esperanza*, la alienación es un proceso de deshumanización que reduce a los individuos a condiciones de vida subordinadas, privándolos de su autonomía y capacidad de transformación. En el ámbito tecnológico, esto se traduce en la dependencia de sistemas diseñados sin considerar las necesidades de los pueblos y en la imposición de modelos que refuerzan desigualdades preexistentes. Frente a esto, Freire plantea que la educación debe ser liberadora, posibilitando la toma de conciencia sobre las condiciones de opresión y promoviendo alternativas que permitan a los sujetos recuperar su rol activo en la sociedad.

No obstante, este proceso educativo puede verse obstaculizado por mecanismos de **manipulación** (Paludo en Streck, 2015, p. 319-320), que operan a través de discursos que mitifican la realidad y consolidan relaciones de poder desiguales. En educación tecnológica, la manipulación se evidencia cuando se presentan las tecnologías como entes neutrales y autónomos, desconectados de las condiciones sociales e históricas que los producen. Freire advierte que esta manipulación no solo refuerza la alienación, sino que además silencia las voces de los oprimidos, negándoles la posibilidad de comprender y transformar su realidad. Superar esta manipulación implica romper con la educación bancaria y construir un aprendizaje dialógico, en el que estudiantes y docentes analicen críticamente el desarrollo tecnológico y su impacto en la sociedad.

Asimismo, Freire plantea que la educación tecnológica debe considerar la relación entre autoridad y libertad, entendiendo que el aprendizaje auténtico sólo puede darse en un marco de respeto, justicia y diálogo. En esta línea, su concepto de **poder** (Adotti en Streck, 2015, p. 397-399) cobra relevancia, ya que Freire sostiene

que el poder tradicionalmente se ha utilizado para dominar y excluir, pero también puede ser transformado en una herramienta de emancipación. En educación tecnológica, esto significa que los estudiantes no deben ser meros receptores de conocimientos técnicos impuestos, sino protagonistas en la construcción de saberes situados y socialmente comprometidos.

Freire rechaza la concepción hegemónica del poder como un recurso que debe ser conquistado para perpetuar estructuras de dominación. En su lugar, propone una transformación radical del poder, basada en la democratización del conocimiento y en la construcción de relaciones horizontales. En el contexto educativo, esto implica que el acceso y uso de las tecnologías no deben estar determinados por intereses corporativos o estatales excluyentes, sino por las necesidades de las comunidades y sus propias formas de organización.

La Educación Tecnológica, lejos de ser un espacio meramente instrumental, debe concebirse como un proceso cultural y crítico que permite comprender la artificialidad y su impacto en la sociedad. Carlos Marpegán (2012) plantea que toda comunidad construye un *universo tecnosimbólico*, un entramado de significaciones que orienta su comprensión del mundo y sus prácticas. Desde esta perspectiva, la Educación Tecnológica no solo facilita el acceso a conocimientos técnicos, sino que también permite reflexionar sobre la manera en que los sistemas tecnológicos modelan nuestras subjetividades y relaciones sociales.

Esta mirada se cruza con la propuesta ética de Enrique Dussel (1996), quien sostiene que la construcción de ciudadanía debe partir de la *proximidad* con el otro y del reconocimiento de las mediaciones que configuran nuestra relación con el mundo. Así como Marpegán advierte sobre el riesgo de reducir la educación tecnológica a una formación meramente utilitaria, Dussel señala la importancia de evitar una visión instrumentalista de la técnica que oculte sus dimensiones éticas y políticas.

Por otra parte, Marpegán advierte que la implementación de la Educación Tecnológica en Argentina ha sido desordenada y carente de un marco referencial sólido. Esta falta de estructuración refleja, en términos de Dussel, una crisis en la *institucionalidad educativa*, donde los currículos tienden a fragmentar el

conocimiento en lugar de fomentar una visión integral de la realidad. Si la educación tiene un papel en la emancipación de los sujetos, como plantea Dussel, la enseñanza de la tecnología no puede quedar al margen de este horizonte de justicia y transformación social.

Conclusiones

La educación tecnológica desempeña un papel fundamental en la construcción de ciudadanía al posibilitar la comprensión crítica de las relaciones entre tecnología y sociedad. Marpegán (2012) enfatiza la necesidad de una alfabetización tecnológica que supere la simple manipulación de dispositivos y promueva una comprensión crítica de los sistemas tecnológicos. En este sentido, su postura se alinea con la noción dusseliana de *mundo*, entendido como un sistema de relaciones en el que las tecnologías no son neutrales, sino que expresan intereses y estructuras de poder. La Educación Tecnológica, entonces, debe consolidarse como un espacio que permita a los estudiantes analizar cómo la técnica condiciona el desarrollo humano y las dinámicas sociales. En particular vemos la posibilidad de construir estos conocimientos en el desarrollo de ciertos contenidos del eje 3 de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios que se pueden vincular con contenidos de los otros 2 ejes del curriculum.

La Educación Tecnológica debe ir más allá de la reproducción de esquemas preexistentes y fomentar la construcción de una ciudadanía crítica. Mientras Marpegán resalta la importancia de una educación tecnológica que forme sujetos capaces de intervenir en su realidad, Dussel aporta una mirada ética que advierte sobre los riesgos de una formación tecnocéntrica desprovista de reflexión. La convergencia de estas perspectivas, de los autores trabajados en el seminario y especialistas del área, permiten pensar una Educación Tecnológica que no solo enseñe sobre herramientas, procesos y artefactos, sino que también habilite nuevas formas de participación y compromiso con el mundo.

En síntesis, el análisis de los contenidos curriculares de Educación Tecnológica en los diferentes ciclos de la educación primaria permite visibilizar su potencial para fomentar una comprensión crítica de la tecnología y su impacto en la configuración de lo social. Reconocer la no neutralidad de las tecnologías y su vínculo con las

estructuras de poder resulta clave para consolidar una educación que no solo brinde herramientas para el uso técnico, sino que también impulse la reflexión y la acción. En este sentido, problematizar la relación entre tecnología y desigualdad es un paso fundamental para diseñar estrategias didácticas que permitan a los y las estudiantes no sólo apropiarse de los conocimientos tecnológicos, sino también construir herramientas para intervenir de manera crítica y transformadora en el mundo artificial que los rodea.

Por último y como anticipamos quisiéramos reflexionar acerca de lo que nos aporta José de Souza Silva (2013) cuando plantea que:

> La educación no es un fin en sí misma, es un "proceso- medio" -*de intervención en la formación de ciudadanos y ciudadanas*- para reproducir una sociedad, cuando su orden es relevante para todos, o para transformarla en otra sociedad, cuando su orden es relevante para todos, o para transformarla en otra sociedad, cuando su orden es violento, desigual e injusto, a partir de otra filosofía de vida, otra pedagogía y otra educación que incorpore dicha filosofía y pedagogía. En términos de anterioridad, debemos imaginar los rasgos constitutivos del mundo que queremos para, a continuación, negociar y, por último, imaginar los principales rasgos correspondientes a la educación transformadora necesaria para construir la sociedad deseada en el mundo previamente imaginado. (en Walsh, 2013, p. 476)

En este sentido y en coincidencia con los planteos de Holloway (2011) consideramos que el actual Diseño Curricular de Educación Tecnológica resulta revolucionario en tanto que parte de un movimiento de rechazo y creación, creemos por ello también que es preciso preguntarnos ¿Cuáles son los nuevos desafíos o los viejos desafíos con sus "renovadas máscaras" a los que nos enfrentamos? ¿Cuál es el mundo que nos imaginamos y cuáles las posibles formas de una educación tecnológica que nos permita movernos en un "hacer caminando" hacia allí? ¿Cuáles son las grietas que seguimos creando con nuestro hacer y cuáles aquellas nuevas que se crean en otros lados y que se conectan con las nuestras?

Bibliografía

- De Souza Silva, J. (2013). "La pedagogía de la felicidad en una educación para la vida: El paradigma de "buen vivir"/"vivir bien"y la construcción

pedagógica del “día después del desarrollo” en Walsh, C. (Ed.), *Pedagogías decoloniales: Prácticas insurgentes de resistir, (re) existir y (re) vivir* (pp. 469-507). Abya- Yala.

- Dussel, E. (1996). *Filosofía de la liberación*. Bogotá: Nueva América.
- Holloway, J. (2011). *Agrietar el capitalismo: el hacer contra el trabajo.* Buenos Aires. Herramienta Ediciones.
- Marpegán, C. M. (2012). “Educación tecnológica: Su valor y su significación en la cultura y en la formación de ciudadanía”. En S. Leliwa (Comp.), *Educación tecnológica. Ideas y perspectivas* (pp. 45-62). Editorial Brujas.
- Streck, D. (Coord.), Redin, E. y Zitkoski, J.J. (Orgs.) (2015). *Diccionario. Paulo Freire*. Lima. CEAAL.
- Walsh, C. (2013) (Ed.), *Pedagogías decoloniales: Prácticas insurgentes de resistir, (re) existir y (re) vivir*. Abya- Yala.

6. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL INTI Y SUS IMPLICANCIAS

Trayectoria de un organismo estratégico para la soberanía tecnológica

Mariana Casas[28] *y Mariana León*[29]

> La noción de soberanía tecnológica remite al ejercicio del poder de una Nación para dominar sus medios tecnológicos, con sus múltiples dimensiones políticas, sociales y económicas; pero en particular, es clave el rol de la educación tecnológica para una formación ciudadana que aporte al empoderamiento de las personas, desarrollando una cultura tecnológica con conocimientos y capacidades para decidir sobre las tecnologías con una perspectiva local y regional emancipadora (Marpegán, 2021, p. 330).

Resumen

El presente artículo aborda la trayectoria histórica y el rol estratégico del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en el desarrollo científico-tecnológico argentino. Desde una perspectiva sociotécnica, se analiza cómo este organismo ha funcionado como un puente entre el conocimiento científico y las necesidades productivas del país, contribuyendo a la construcción de soberanía tecnológica, inclusión social y desarrollo federal. A lo largo del texto se sostiene que las tecnologías no son entidades neutras, sino que expresan decisiones políticas y modelos de país en disputa.

En ese marco, se examinan las transformaciones recientes que afectan al INTI, especialmente las medidas de desmantelamiento institucional impulsadas por el gobierno nacional a partir de 2025. Estas decisiones, que incluyen la pérdida de autonomía, el despido de personal especializado y el cierre de centros regionales, se

[28] Mariana Casas. Profesora en Educación Tecnológica por la UADER, Especialista en Educación y TIC (FLACSO e INFoD) y en Políticas Socioeducativas (INFoD). Es maestranda en Procesos Educativos mediados por Tecnologías (UNC). Actualmente se desempeña como Directora de Educación a Distancia y docente en la FHAyCS (UADER), y como profesora en el Profesorado en Educación Tecnológica de la FCyT. Tiene más de 18 años de experiencia docente en Nivel Secundario y desde hace 12 años en profesorados de formación docente, dictando asignaturas vinculadas a la educación tecnológica. Es coautora de propuestas de formación docente virtual y desde 2014 desarrolla acciones de capacitación en tecnologías aplicadas a la educación.

[29] Mariana León. Profesora de Educación Primaria con Orientación Rural por la FHAyCS de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Colaboradora en capacitaciones docentes, proyectos de extensión de cátedra y talleres vinculados a la Educación Tecnológica, así como también en la investigación “Impacto de los procesos de definición de los contenidos de Educación Tecnológica, en el marco de la Política Pública de Argentina”. Actualmente se desempeña como parte del equipo de la Secretaría de Escuelas de la FHAyCS en la UADER, como profesora en la Cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica del Profesorado de Educación Primaria Rural y como Profesora de la cátedra Arte y Educación en el Profesorado de Nivel Inicial en la misma facultad.

interpretan como una redefinición del vínculo entre Estado, ciencia y producción, con consecuencias directas sobre las capacidades técnicas nacionales y el entramado productivo local.

Asimismo, el artículo plantea la necesidad de repensar la enseñanza de la tecnología desde una mirada crítica, que reconozca las dimensiones sociales, culturales y políticas de los desarrollos técnicos. Se propone que la situación del INTI puede ser un punto de partida pedagógico para trabajar en el aula la relación entre tecnología y poder, así como los impactos de las políticas públicas en la vida productiva del país.

El texto invita, finalmente, a defender instituciones como el INTI como parte de una apuesta por un desarrollo con justicia social y soberanía tecnológica.

Palabras claves: soberanía tecnológica, INTI, políticas públicas, desarrollo científico-tecnológico

Trayectoria y estructura histórica del INTI

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) ha sido, desde su fundación en 1957, un organismo clave en la articulación entre conocimiento científico y necesidades productivas del país. Su existencia encarna la posibilidad de un desarrollo nacional basado en la soberanía tecnológica, con una fuerte impronta federal y una visión de inclusión. Sin embargo, su desmantelamiento reciente pone en cuestión no solo la continuidad institucional, sino también nos pone en alerta en el área de la Educación Tecnológica desde sentidos políticos y pedagógicos que articulan la enseñanza.

La historia del INTI muestra cómo las tecnologías públicas no son neutrales ni meramente técnicas: constituyen políticas concretas orientadas a producir inclusión, innovación, desarrollo productivo y mejora de la calidad de vida. Como advierten Bortz y Thomas (2022), retomando a Thomas y Juárez, las tecnologías "ejercen agencia", configuran relaciones sociales, distribuyen oportunidades y afectan directamente el bienestar de los pueblos. En ese marco, el INTI no solo ofrecía más de 8.500 servicios técnicos y de innovación, sino que también era parte de una

política pública orientada al fortalecimiento de capacidades tecnológicas propias, con un profundo impacto en PyMEs, cooperativas, economías regionales y comunidades productivas de todo el país.

Desde un enfoque sociotécnico, fundamentado en distintos autores como por Bortz y Thomas (2022), las transformaciones recientes que afectan al INTI pueden ser leídas como el resultado de disputas políticas y culturales sobre el modelo de país deseado. La decisión de desarticular parte de su estructura, despedir trabajadores especializados, centralizar funciones y convertirlo en una unidad organizativa con menor autonomía no responde a una necesidad técnica, sino a una estrategia de reconfiguración del vínculo entre el Estado, la ciencia y la producción. En este sentido, lo que se juega no es solo la existencia de un organismo, sino la posibilidad de sostener trayectorias sociotécnicas de desarrollo con justicia social y federalismo territorial.

Este análisis se vuelve especialmente relevante en el campo de la Educación Tecnológica. Como plantea Marpegán (2021), enseñar tecnología implica construir un léxico compartido que permita pensar los objetos técnicos no como cosas neutras, sino como artefactos cargados de sentido social, cultural y político. La actual situación del INTI es un ejemplo concreto para trabajar en el aula la idea de que toda tecnología tiene un modo de existencia técnico y uno social, y que ambos están profundamente imbricados. La desaparición o debilitamiento de instituciones como el INTI muestra cómo la pérdida de capacidades técnicas implica también pérdida de autonomía, de trabajo calificado, de soberanía económica, y de posibilidad de imaginar futuros distintos.

En este contexto, formar en Educación Tecnológica exige desarrollar en docentes y estudiantes la capacidad de leer críticamente las políticas tecnológicas, de reconocer en cada artefacto o sistema productivo las huellas de decisiones políticas, disputas de poder, contextos sociohistóricos y alianzas sociotécnicas. No se trata solo de enseñar cómo funciona una tecnología, sino de comprender para qué, para quién y con qué consecuencias se la diseña, se la implementa o se la abandona. Retomar el enfoque del análisis sociotécnico en clave pedagógica permite, entonces,

no sólo una mejor comprensión del presente, sino también una invitación a construir futuros alternativos.

El caso del INTI, en suma, es una oportunidad ineludible para pensar y enseñar la tecnología como proceso sociocultural. Su trayectoria, sus aportes y su actual desmantelamiento deben ser abordados desde una perspectiva crítica que combine análisis técnico, reflexión política y compromiso pedagógico. Porque, como enseñan las perspectivas que aquí se recuperan, no hay tecnologías sin política, ni política sin tecnologías. Y porque, en definitiva, el país que queremos también se juega en las aulas, en los talleres y en las decisiones sobre qué enseñar cuando enseñamos tecnología.

Estado actual: crisis y recortes

En los últimos meses, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), organismo emblemático del desarrollo tecnológico y productivo argentino, se ha visto profundamente afectado por una serie de medidas impulsadas por el gobierno nacional. A través de los decretos 461, 462 y 463 del año 2025, el poder ejecutivo avanzó en una reestructuración que transformó al INTI en una simple unidad organizativa dependiente de la Secretaría de Industria, quitándole su histórica condición de ente autárquico. Esta decisión significó una pérdida sustantiva de autonomía institucional y funcional, tal como lo detallan medios como *Infobae*, *Perfil* y *Página 12*, que advierten sobre el vaciamiento técnico y político que esta medida representa.

Lejos de tratarse de una reorganización administrativa menor, esta transformación vino acompañada de una serie de acciones que comprometen la capacidad operativa del instituto. Estas decisiones no solo afectan a quienes trabajan en el INTI, sino también a cientos de pequeñas y medianas empresas que dependen de su asistencia para garantizar calidad, innovación y competitividad.

En este contexto, defender al INTI no es una consigna corporativa ni nostálgica, sino una forma de apostar por un país que valore el conocimiento, la industria, la ciencia aplicada y la construcción de soberanía tecnológica. Su desmantelamiento no solo

interrumpe procesos en marcha, sino que también socava la posibilidad de construir un futuro con desarrollo autónomo, justo y sustentable.

Relevancia tecnológica y rol estratégico

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) ocupa, desde su creación en 1957, un lugar estratégico en el entramado productivo argentino. Concebido como un puente entre el conocimiento científico y las necesidades del sector industrial, el INTI ha consolidado una trayectoria que lo posiciona como un actor central en el desarrollo nacional. Su trabajo se ha orientado históricamente a promover la innovación tecnológica, la calidad industrial y la transferencia de conocimientos al entramado productivo, especialmente hacia las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que constituyen el corazón de la economía argentina.

Uno de los aportes más significativos del INTI ha sido su capacidad para brindar servicios técnicos de alto nivel: más de 8.500 intervenciones anuales en áreas como metrología, certificación, control de calidad, desarrollo de nuevos productos, capacitación y asistencia técnica. Esta labor ha permitido mejorar los procesos productivos de cientos de empresas, elevar sus estándares de calidad y abrirles la puerta a nuevos mercados tanto nacionales como internacionales. Tal como reconocen fuentes oficiales y medios especializados, el INTI ha sido clave en la generación de empleo, en el fomento del agregado de valor en origen y en la sustitución de importaciones, reduciendo la dependencia tecnológica del país.

Además, el INTI se destaca por su carácter federal. Con presencia en las 24 provincias a través de 52 centros distribuidos por todo el territorio, ha logrado democratizar el acceso a la tecnología y la innovación, acercando soluciones técnicas concretas a las realidades productivas de cada región. Esta descentralización no solo garantiza equidad territorial, sino que también potencia las capacidades locales, permitiendo que el conocimiento no quede concentrado en los grandes centros urbanos y que el desarrollo llegue a todas las economías regionales.

En tiempos donde el futuro del país se juega también en la capacidad de generar tecnología propia, de cuidar el conocimiento acumulado y de promover un modelo de

desarrollo con inclusión, el INTI representa una herramienta insustituible. Su importancia no radica únicamente en sus laboratorios o sus técnicos especializados, sino en el entramado de vínculos que ha sabido construir entre el Estado, la industria, el sistema científico y las comunidades. Cuidar al INTI es, en definitiva, defender la posibilidad de una Argentina que produzca, innove y crezca con soberanía.

Dimensión	**Situación Actual**
Historia	67 años como pilar del desarrollo industrial y metrología nacional.
Estado actual	En crisis por recortes, reducción de autonomía y protestas masivas.
Importancia	Referente técnico, catalizador de innovación para PyMEs, ente de control de la calidad.

El INTI ha sido clave en el desarrollo tecnológico e industrial de la Argentina, pero actualmente enfrenta una amenaza sistemática: el desmantelamiento por ajustes estatales que comprometen su capacidad operativa, su independencia y su aporte estratégico. Las protestas recientes reflejan una profunda preocupación por el impacto que estas medidas tendrán en la industria, la ciencia, la tecnología y el desarrollo federal del país.

Esto resulta aún más evidente cuando recordamos que Argentina, tierra de talento y creatividad, ha sido cuna de múltiples invenciones que marcaron un antes y un después a nivel mundial. Desde el bypass cardíaco desarrollado por René Favaloro hasta la birome de László Bíró, pasando por el colectivo, el helicóptero funcional de Pateras de Pescara, el sistema de identificación por huellas dactilares de Vucetich, la jeringa descartable de Arcusín, la transfusión sanguínea de Luis Agote o el primer corazón artificial total implantable creado por el médico entrerriano Domingo Liotta, estos avances no surgieron en el vacío. Fueron posibles gracias a contextos donde existían políticas públicas, instituciones estatales y entramados científico-tecnológicos que acompañaban, financiaban y valoraban la investigación, la innovación y la aplicación de conocimientos al servicio de la sociedad. El Pulqui,

como símbolo de soberanía aeronáutica, y el rastrojero, como vehículo utilitario de producción nacional, también dan cuenta de este legado.

El fortalecimiento de instituciones como el INTI, lejos de ser un lujo, es una condición de posibilidad para que nuevas generaciones de inventores e inventoras puedan continuar esa tradición. Defender al INTI, entonces, es también defender la capacidad de un país de generar sus propias soluciones, de potenciar sus saberes locales y de proyectarse con dignidad y autonomía en el concierto global. Y es, sobre todo, defender el derecho a imaginar un futuro propio, sustentado en el conocimiento, la equidad y la creatividad colectiva.

Fuentes

- Botz, G. y Thomas H. (2022). Análisis socio- técnico en Celis Bueno, C., Parente, D. y Berti, A. (Coords.), *Glosario de Filosofía de la Técnica* (1a ed., pp. 39-45). La Cebra.
- Cabral, J. (28 de mayo de 2025). *Desmantelamiento del INTI*.Tiempo Argentino.https://www.tiempoar.com.ar/ta_article/desmantelamiento-inti/
- Gobierno de la República Argentina.(s.f.). *Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Acompañamos el crecimiento de las pymes argentinas, promoviendo el desarrollo de la industria mediante la innovación y la transferencia tecnológica.* https://www.argentina.gob.ar/inti
- Infobae. (26 de junio de 2025). *Trabajadores del INTI cortaron parcialmente la avenida General Paz en reclamo por los recortes*. https://www.infobae.com/sociedad/2025/06/26/trabajadores-del-inti-cortaron-parcialmente-la-avenida-general-paz-en-reclamo-por-los-recortes/
- Marpegán, C. M. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica: Construyendo nociones y conceptos* (1ª ed.). Ediciones Patagonia Escrita.
- Página/12. (7 de julio de 2025). *Protestas en la puerta del INTI ante su inminente desguace*. https://www.pagina12.com.ar/840125-protestas-en-la-puerta-del-inti-ante-su-inminente-desguace-p
- Parente, D. (Coord.), Berti, A. (Coord.), & Celis, C. (Coord.). (2022). *Glosario de filosofía de la técnica*. La Cebra.
- Perfil. (4 de julio de 2025). *"El Gobierno no sabe a qué se dedica el INTI": alerta de Jorge Schneebeli por el plan de centralizar organismos clave. https://www.perfil.com/noticias/bravotv/el-gobierno-no-sabe-a-que-se-dedica-el-inti-alerta-de-jorge-schneebeli-por-el-plan-de-centralizar-organismos-clave.phtml*.

7. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PROMESAS Y ALUCINACIONES[30]

Daniel Blank[31]

Resumen

En estos últimos tiempos el término “Inteligencia Artificial” aparece en múltiples situaciones: venta de productos, promoción de servicios, tips de auto ayuda…; sin siquiera excluir consultas relacionadas a decisiones políticas de alto impacto. Para tratar consistentemente el tema, imprescindible cuando se trata de asuntos críticos como su aplicación a la educación, salud o seguridad; consideramos que se debe definir precisamente que entendemos por “Inteligencia Artificial” para poder diferenciar entre las promesas marketineras y sus reales capacidades y limitaciones; además de situarla en el contexto socio-económico-cultural donde opera, que condiciona sus aplicaciones, y que es a su vez condicionado por esas mismas aplicaciones.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial. Algoritmia. Conceptos. Limitaciones.

Inteligencia Artificial y Algoritmia. Definiciones y diferencias.

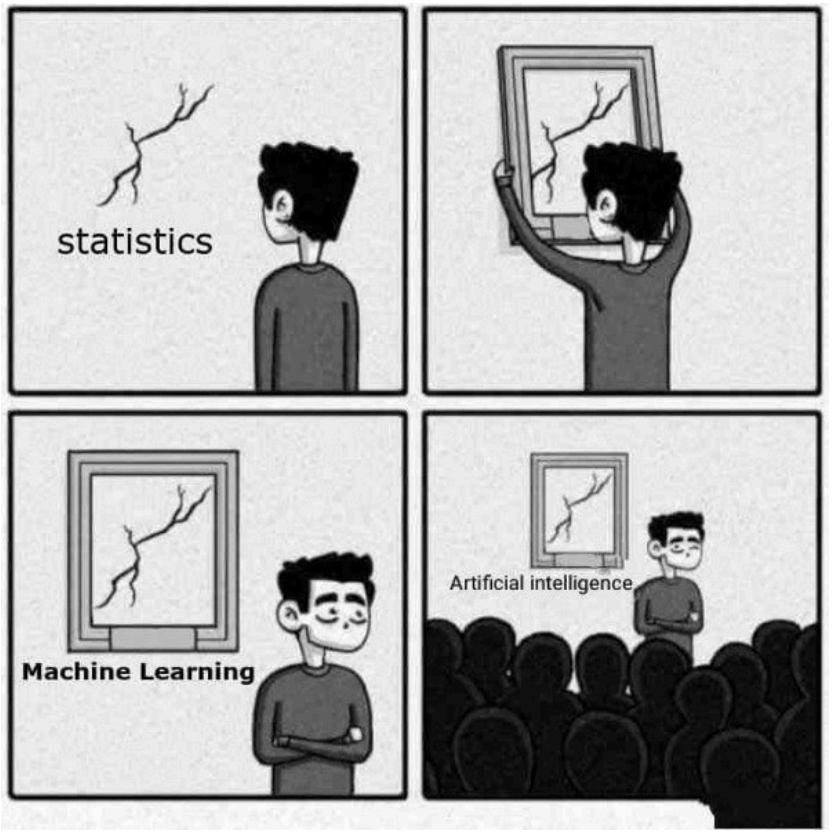
Últimamente el término “Inteligencia Artificial” aparece en las redes y medios masivos en múltiples situaciones: vender cremas de belleza, dar consejos sentimentales, ayudar a invertir en la bolsa, colaborar con el maestro en el aula, pareciera ser una “navaja suiza” digital, superpoderosa, con poderes y funciones ilimitadas, casi mágicas, más que una herramienta (o conjunto de herramientas) con alguna utilidad.

Según nuestra interpretación la Inteligencia Artificial (IA) es un término genérico que agrupa una cantidad de diferentes métodos y herramientas de procesamiento de datos, no siempre relacionados, aplicables a distintos problemas y con objetivos variados. Se trataría de un “comodín multiuso” que incluye técnicas estadísticas con una muy larga historia, junto a desarrollos recientes en aprendizaje de máquinas

[30] Este artículo está parcialmente basado en el capítulo “La Revolución Digital: Los nuevos Gólem” de la tesis del autor: “Creación, Invención y Técnica: del Génesis a los Algoritmos. Muéstrame tu Gólem y te diré quién eres” para la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas (CEA-UNC).

[31] Daniel Blank. Master in Sciences. (Technion - Israel Institute of Tecnology), Magíster en Tecnología, Políticas y Culturas (CEA-UNC).

(machine learning: técnicas para que las computadoras aprendan autónomamente de la experiencia); o en la utilización de redes neuronales (deep learning) de capas superpuestas con un gran nivel de abstracción. Todo esto unido a una exponencialmente creciente capacidad de procesamiento de datos. Consideramos que por ahora es un término de marketing más que una disciplina consolidada. En una visión algo irónica:



Fuente: https://imgur.com/7YHcbBs

El objetivo aspiracional de la IA sería reproducir (imitar) los mecanismos que emplea nuestro cerebro para la resolución de situaciones.

En la conferencia DSC ADRIA 24 **(**AI. Driven Society - Zagreb, Croatia, May 21st-24th 2024, Julia L. 2024) Luc Julia cocreador del asistente virtual Siri, y actualmente (julio del 2025) director científico de Renault sostuvo que, dadas las diferencias en métodos y herramientas, más que hablar de una IA habría que referirse a múltiples IAs, y que el término “evolución” sería más adecuado que el de “revolución”, por lo menos desde el punto de vista estrictamente tecnológico, para definir esta nueva etapa en el uso de herramientas informáticas.

Por otro lado el término relacionado “Algoritmia”, con el que suele haber confusiones de alcance, comprende un conjunto de técnicas computacionales destinadas a solucionar problemas sin necesariamente tratar de imitar lo que haría un cerebro humano. La frontera entre los conceptos de Algoritmia e IA es muy difusa, de hecho la IA usa algoritmos avanzados, por lo que saber si una solución algorítmica es similar a la forma en como lo haría un ser humano no es muy fácil de determinar. Para poder diferenciarlos más precisamente habría que definir previamente de qué se trata “hacerlo como lo haría un cerebro humano”, tema de difícil especificación. Estas dificultades ya se encontraban presentes desde la concepción inicial de la IA.

El “nacimiento” de la Inteligencia Artificial

El origen de la inteligencia artificial se ubica en la conferencia de Dartmouth de 1956 (“Summer Research Project on Artificial Intelligence") donde se reunieron científicos interesados en la teoría de los autómatas de Turing, y que estaban comenzando a analizar si sería posible recrear el cerebro humano en una computadora digital. El término “Inteligencia Artificial” fue propuesto por John McCarthy, uno de los organizadores de la conferencia y aceptado por todos. Los objetivos eran ambiciosos y se basaban en la conjetura de que todo aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia podía, en principio, describirse con tanta precisión que una máquina podría simularlo. El objetivo general era lograr que una máquina se comporte de maneras que se considerarían inteligentes si un humano lo hiciera de esa manera (Nilsson 2010, p.77).

El programa de Dartmouth es el borrador inicial del proyecto de crear “máquinas inteligentes” que imiten al ser humano y que sean indistinguibles del mismo, en la medida que no podamos acceder a los mecanismos de su funcionamiento interno (máquinas “opacas”).

Los resultados de la conferencia no cumplieron las expectativas del programa. Se avanzó en lo que sería el campo de los sistemas expertos, pero no se pudieron definir los pasos necesarios para simular la inteligencia humana. Se plantearon los objetivos desde el punto de vista de lo que se deseaba que las computadoras hicieran, más que desde lo que realmente podían hacer en ese momento. La tecnología no estaba lo suficientemente desarrollada aún. Los intentos de imitar funciones cerebrales recién estaban empezando. (Julia 2019, p.114)

A partir de ese momento los desarrollos y aplicaciones de Algoritmia Avanzada/Inteligencia Artificial crecieron exponencialmente, cubriendo multitud de dominios: educación, industria, salud, finanzas, justicia, seguridad, etc. Prácticamente no hay lugar en los que estas tecnologías no estén involucradas. En forma continua aparecen artículos, presentaciones, y anuncios de nuevas aplicaciones y desarrollos tecnológicos, algunos serios y muchos simplemente especulativos (cuando no directamente fantasiosos), por lo que resulta difícil evaluarlos.

¿Existe la Inteligencia Artificial?

A los efectos de este artículo, la pregunta sobre la existencia de la Inteligencia Artificial equivale a interrogarnos sobre la factibilidad del objetivo planteado en la conferencia de Dartmouth: que se pueda construir una computadora para simular *cualquier aspecto* de la inteligencia humana. De ser eso posible, según lo planteado en dicha conferencia, esa construcción estaría basada en que las computadoras tengan la habilidad de usar el lenguaje natural, formar abstracciones y conceptos, auto mejorar su comportamiento y resolver problemas hasta ahora reservados al ser humano.

La especificación anterior identifica lo que sería “una máquina inteligente”, nuevamente según lo especificado en el proyecto Dartmouth. Para responder más explícitamente a estas cuestiones deberíamos primero definir que es para nosotros una “máquina inteligente”:

Según el diccionario de la RAE la inteligencia estaría definida por: *“[la] capacidad de entender o comprender, y [la] capacidad de resolver problemas.”* (RAE 2014, 2023). Esta es una definición muy genérica de lo que comprendería la “inteligencia”.

En el artículo Mainstream Science on Intelligence: An Editorial With 52 Signatories, History, and Bibliography se la define, más específicamente, como:

> Una capacidad mental muy general que, entre otras cosas, implica la capacidad de razonar, planificar, resolver problemas, pensar de forma abstracta, comprender ideas complejas, aprender con rapidez y aprender de la experiencia. […] Refleja una capacidad más amplia y profunda para comprender nuestro entorno: comprender y dar sentido a las cosas o saber qué hacer. (Gottfresdo 1997)

Si bien esta definición es más detallada aún quedan conceptos que requieren clarificación en su significado, en particular la posibilidad de una inteligencia más allá de lo estrictamente humano.

Para nuestro análisis tomaremos que para que una computadora pueda ser calificada de inteligente debería ser capaz de: razonar, planificar, resolver problemas, pensar de forma abstracta, comprender ideas complejas, aprender rápidamente y de la experiencia, entender el entorno, y poder decidir qué hacer.

Desde el inicio de la computación se plantearon objeciones sobre si estos nuevos engendros podían ser calificados de "inteligentes". Ya Turing en su artículo fundacional de 1950: "*Computing machinery and intelligence"* (Turing 1950) responde a muchas de estas objeciones. La posición de Turing elude una respuesta precisa, y propone una verificación que se basa en que si una máquina puede simular algunos comportamientos humanos, de modo que no podamos identificar si se trata de una máquina o de un ser humano es, de alguna forma, inteligente. Esta aproximación no asume que una computadora pueda "pensar" como un humano, físicamente son entes totalmente diferentes, y sus mecanismos "mentales" también lo serán. Se trata de analizar si determinados comportamientos (respuestas) son similares a los que proporcionaría un cerebro humano, utilizando un proceso digital que simule (por otros medios) a la inteligencia humana ("*the imitation game"* en términos de Turing). Exigir que una computadora reproduzca exactamente los procedimientos y técnicas que usa el cerebro humano para poder decir que es capaz de "pensar", sería equivalente a afirmar que lo aviones no vuelan porque no lo hacen como los pájaros.

Otro punto a considerar es si nos estamos refiriendo a una inteligencia "general" capaz de simular *cualquier* comportamiento humano, o si nos referimos a comportamientos restringidos a dominios específicos. En el primer caso estaríamos considerando una Artificial General Intelligence (AGI), en el otro a aplicaciones específicas con objetivos limitados o Artificial Narrow Intelligence (ANI).

Con respecto a la AGI hay consenso que aún estamos lejos de ella, y hay controversias si podrá ser alcanzada en un tiempo más o menos próximo (Julia 2019, 2024). Por lo que el peligro de que una computadora superinteligente, pueda ejecutar *todas las tareas*, mejor que el ser humano, y que pueda decidir eliminarnos es más, por ahora, de la ciencia ficción que de la realidad.

Adicionalmente tratar de crear una computadora a imagen de un cerebro humano tiene algunos problemas conceptuales. Hay unos 8.000 millones de cerebros humanos: ¿Sobre cuál/cuales de esos cerebros se construiría esa imagen digital? ¿Ese cerebro digital creerá que la tierra es plana? ¿Estará a favor o en contra de las vacunas? ¿Será hombre, mujer o no-binario?

Más allá de la factibilidad de la AGI, tampoco está claro cuál sería el resultado que puede producir sobre nuestro entorno socio-económico una inmensa red de computadoras ejecutando tareas controladas por ANIs**.** En ese aspecto la analogía de comparar el efecto de las ANIs con antiguas tecnologías (esto ya ocurrió antes)**,** no resulta adecuada. La inteligencia artificial, más allá de como la definamos, está adquiriendo un rol propio en los nuevos desarrollos tecno-científicos que hasta pone en cuestión la autoría de la creación y su relación con la técnica. En los premios Nobel de Física y Química de 2024, la IA aparece con un papel fundamental en los avances realizados y, de algún modo en un pie de igualdad en el reparto de méritos con los científicos de los proyectos.

Aún para los galardonados, estas herramientas no dejan de constituir un peligro. Uno de los ganadores del Nobel de Física, Geoffrey Hinton, en el momento de conocer la concesión del premio, insistió en sus llamados de atención:

> No tenemos experiencia sobre lo que es tener cosas más inteligentes que nosotros […] Va a ser maravilloso en muchos aspectos, en áreas como la atención médica […pero] también tenemos que preocuparnos por una serie de posibles consecuencias negativas. En particular, la amenaza de que estas cosas se salgan de control[32].

En esta referencia queremos notar la tensión que se plantea entre los posibles beneficios y los riesgos inherentes, y sobre el planteo implícito de una cierta neutralidad de las herramientas ya que el factor determinante sería el buen o mal uso de las mismas. Adicionado a esto aparece el temor de que las cosas se salgan de control.

Un ejemplo típico de la aproximación que considera neutral el uso de las herramientas y posible su control (y que no casualmente asume que la lógica de operación de las mismas es transparente), es la opinión de Luc Julia -recordemos que fue el co-creador del popular asistente virtual Siri y actualmente es director científico de Renault - basada en la analogía con el uso del martillo (Julia 2024).

[32] https://www.bbc.com/mundo/ articles/c07njpdypn5o consultado el 15/10/2024

En un extremo opuesto está la posición de Günther Anders, para quien no solo la tecnología es el nuevo sujeto de la historia, y que por lo tanto no decidimos que se puede y debe hacer, sino que tampoco decidimos que y como la vamos a usar (Anders, 2011). Pero Anders, ya de por sí pesimista, no es el único que advierte sobre los riesgos que plantean las nuevas tecnologías. Stephen Hawking, en una entrevista para la BBC, afirmó que la IA desarrollada a la fecha, aunque bastante primitiva ha demostrado ser útil, pero también expresó el temor de que crear algo que supere a los humanos puede ser extremadamente peligroso: *"The development of full artificial intelligence could spell the end of the human race"* [33].

En general las objeciones, excluyendo la de Anders que es más general, parecen aludir más al futuro que al presente de la IA, específicamente a la transición entre las NAIs y la AGI, cuyo momento de aparición todavía no está del todo claro aunque, si bien improbable, no es totalmente descartable. Por un lado podemos contar a los que piensan que nunca se va alcanzar esa AGI (el ya citado Luc Julia por ejemplo), mientras que otros creen fervientemente que esto va a ocurrir, incluso en un futuro próximo, que ese advenimiento va a ser benéfico, y que construir una versión digital del cerebro está dentro de las posibilidades tecnológicas a corto plazo (Kurzweil 2005, 2012).

Más allá de las visiones pesimistas u optimistas sobre el impacto de la IA, hay un consenso en que la misma va a producir múltiples efectos sobre prácticamente todos los aspectos de la vida humana.

Siguiendo el criterio de Carlota Pérez según el cual las tecnologías "exitosas" serían aquellas compatibles con los principios encarnados en las industrias-núcleo de cada etapa (Pérez 2010), nuestro análisis se basará en que las recientes tecnologías de automatización y digitalización (de los cuales la IA es parte) no pueden ser comprendidos solo en términos técnicos, sino que deben ser analizados tanto en sus componentes técnicas como en las sociales y en las económicas. En este particular el objetivo principal de la aplicación de las nuevas tecnologías en esta etapa del capitalismo avanzado (en realidad con distintas características a lo largo de la historia) es el incremento de la productividad. Y si asumimos que el incremento de la productividad se debe en buena parte a la menor utilización de la mano de obra en la producción de bienes y servicios, entonces la disminución de la componente de

[33] https://www.bbc. com/news/technology-30290540 consultado el 18/10/2024

trabajo humano en las mercancías es un imperativo sistémico, y un tema ("el problema del trabajo") que escapa al alcance de este trabajo pero que es clave para tratar de entender las tendencias tecno-socio-económicas actuales.

Dado que la IA no actúa directamente sobre el mundo físico — de esto se ocupa la robótica utilizando sensores y actuadores — la misma refiere fundamentalmente a actividades "mentales" (pensar), las que pueden recibir información del exterior y ordenar acciones "físicas". Para determinar si la IA puede "pensar", identificaremos los siguientes requerimientos para definir si una computadora puede, de alguna forma, asemejar el pensamiento (no necesariamente similar al humano). Estos requerimientos ya estaban implícitos, con un sesgo antropomórfico, en el programa de la conferencia de Dartmouth: pensar humanamente, pensar racionalmente, actuar humana y racionalmente (Russell, Norvig 2004). Para ello las computadoras deberían ser capaces de procesar el lenguaje natural, representar el conocimiento, y poseer capacidades de razonamiento y de aprendizaje automático. Para que las computadoras piensen, siempre según Dartmouth, deberían ser capaces de imitar de alguna forma el funcionamiento de la mente humana.

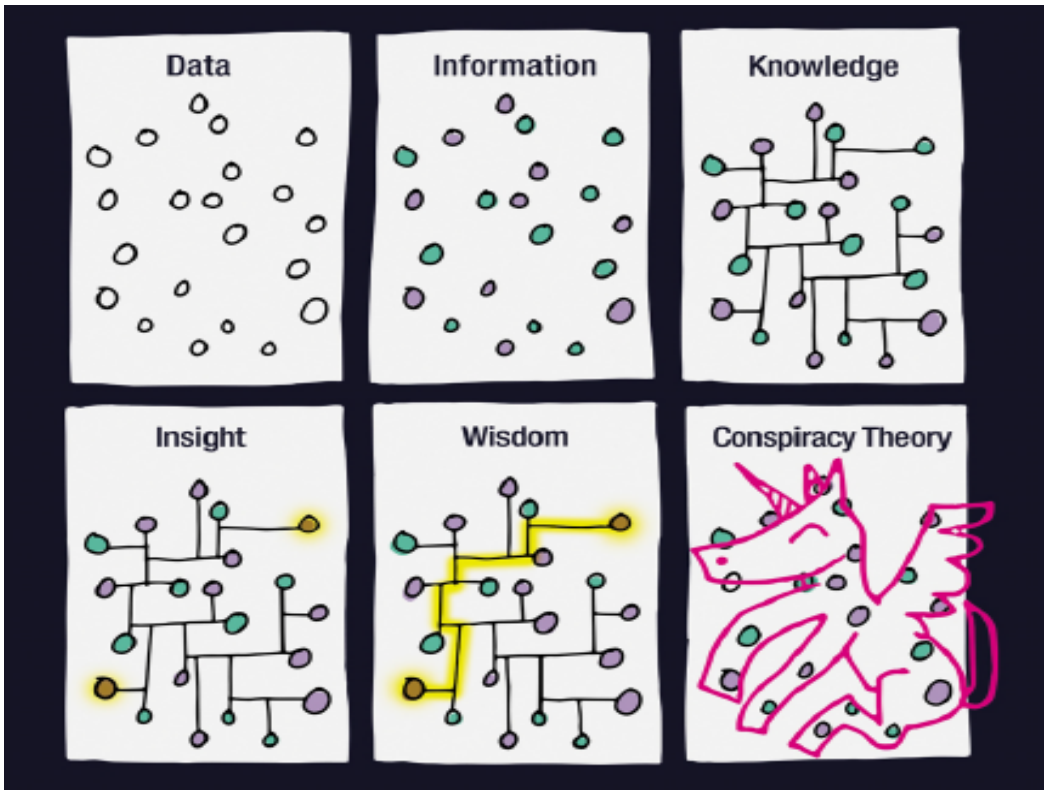
Para llegar a ello se han postulado dos paradigmas principales como base de desarrollo de la IA: el simbólico y el conexionista (Garnelo, Shanahan 2019; Goel 2021). Un principio central del paradigma simbólico es que la inteligencia resulta de la manipulación de composiciones abstractas, representaciones cuyos elementos refieren a objetos y relaciones. Cada paso calcula un conjunto adicional de relaciones que se derivan de las ya establecidas, de acuerdo con un conjunto formalmente especificado de reglas y axiomas de inferencia. Estas reglas y axiomas son procesados por algoritmos que manipulan los objetos y relaciones. Las aplicaciones típicas de la IA simbólica son los sistemas expertos y de apoyo a la toma de decisiones, los cuales utilizan las reglas y conocimientos predefinidos para realizar deducciones e inferencias basadas en ellas.

El paradigma conexionista busca desarrollar arquitecturas capaces de descubrir objetos y relaciones en datos sin procesar y aprender a representarlas de manera que sean útiles para el procesamiento posterior (Garnelo, Shanahan 2019).

Mientras que el paradigma simbólico supone conocimiento previo sobre el problema a resolver, el conexionista no asume ningún conocimiento previo y espera que la IA encuentre los patrones y relaciones relevantes. En forma simplificada: la IA

simbólica usa mucha teoría y pocos datos, mientras que la conexionista usa poca teoría y muchos datos. La cantidad de datos disponibles en Internet (Big Data) y el desarrollo exponencial de capacidades de procesamiento ha favorecido que en los últimos tiempos haya un énfasis en el paradigma conexionista en desmedro del simbólico. Esta tendencia está siendo revisada y hay cierto acuerdo que es posible que una estrategia mixta, adaptada a cada tipo específico de problema sea la más adecuada (Pinker, Mehler 1988; Garnelo, Shanahan 2019; Jieshu 2017).

Para una aproximación conceptual que nos permita analizar el mecanismo de la generación de conocimiento, usaremos la presentada en el libro *Thinking in Pictures. Adventures in Trying to be Smart"* de Michael Blastland.



Fuente: Blastland M. 2023

La secuencia de imágenes muestra cómo los "datos" (puntos indiferenciados), al agregarles atributos se convierten en "información", al conectar puntos que contienen información relacionable se convierten en "conocimiento" (knowledge), el detectar puntos con información relacionable y relevante deviene en "entendimiento" (insight), y al unir estos puntos relevantes obtenemos "sabiduría" (wisdom) o

alternativamente “teorías conspirativas”. Este diagrama, extremadamente conceptual, es aplicable tanto a los paradigmas simbólicos como a los conexionistas y a los mixtos de la IA.

Esta metáfora de “unir los puntos” como mecanismo mental es compatible con el análisis del premio Nobel de Economía Daniel Kahneman, quien plantea la existencia de dos sistemas neuronales que modelan cómo pensamos. Un sistema es rápido, intuitivo y emocional, y usa conceptos previos con poca información (equivale al paradigma simbólico); mientras que el segundo es más lento, deliberativo y lógico, y usa menos conocimientos previos pero mayor cantidad de información (equivale al paradigma conexionista) (Kahneman 2012).

Si la aproximación es correcta, podemos asumir que el resultado del procedimiento descrito representa una creación de conocimiento y sabiduría como actividad “mental” (independientemente de quién y cómo lo realiza), ya que cumple con los requerimientos de la definición de creación al ser capaz de producir relaciones entre piezas de información cuyas conexiones no eran conocidas o evidentes.

Cuáles puntos se unen y cómo se los conecta hace la diferencia entre la creación de conocimiento/sabiduría y la generación de teorías conspirativas (fake news). Si en un área determinada conviven una laguna con cigüeñas y una alta tasa de natalidad podríamos llegar a la conclusión de que las cigüeñas son las responsables de los nacimientos.

Por ello el resultado del proceso no es necesariamente conocimiento o sabiduría “verdaderos”, y además la aplicación del procedimiento mismo no garantiza la verosimilitud del resultado. Vemos aquí la aparición de algunas preguntas, que exceden el objeto de este artículo, sobre la relación entre creación y verdad: ¿Lo creado tiene que ser necesariamente “verdadero” o “real”? ¿Una fake new es también una “creación”? ¿Las creaciones artísticas son validables?

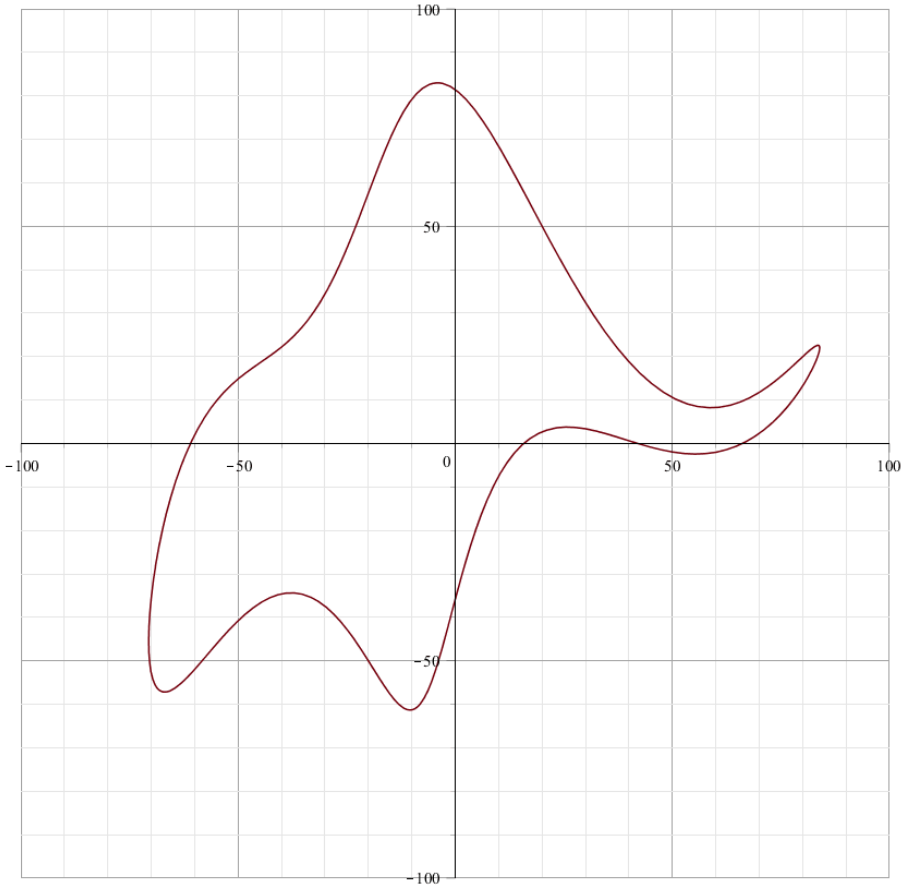
La técnica de creación de conocimiento (o más precisamente de descubrimiento de relaciones) que hemos estado analizando, tanto en las modalidades simbólica como conexionista, es implementable en lo que se conoce como computadoras con programa almacenado, en las cuales tanto los datos como las instrucciones para su procesamiento se almacenan en la memoria de las mismas o en memorias externas accesibles (de hecho esto define en términos generales a la computadora moderna). Adicionalmente este almacenamiento de las instrucciones de procesamiento permite

que las mismas sean alteradas en función de las modificaciones de las condiciones de ejecución: cambios de parámetros, resultados de ejecuciones anteriores, etc.

La aplicación del descubrimiento de relaciones con la modalidad conexionista adolece del problema conceptual del sobreajuste (overfitting): la tendencia de ajustar los resultados operando sobre los parámetros libres (variables independientes) de modo de forzar los resultados a coincidir con lo esperado. Esto implicaría resolver situaciones específicas utilizando arbitrariamente los parámetros para tener éxito independientemente de la relevancia conceptual de los mismos. Los modelos más complejos tienden a sobreajustar más que los modelos simples. Además, para mayor cantidad de parámetros libres es más posible que el modelo sobreajuste. En ese sentido es interesante la anécdota atribuida a Enrico Fermi por Freeman Dyson, quien fue un físico teórico y matemático británico-estadounidense, profesor emérito en el Instituto de Estudios Avanzados en Princeton y miembro del Boletín de los Científicos Atómicos (Dyson, F. 2004)

Cuenta Dyson que para la primavera de 1953, tras heroicos esfuerzos, su equipo había trazado gráficos teóricos de la dispersión mesón-protón, y que esos cálculos coincidían bastante bien con las mediciones de Fermi. Así que concertó una cita con Fermi para mostrarle los resultados. Al llegar a la oficina de Fermi, le entregó los gráficos, pero él apenas los miró. Luego, con voz tranquila y serena, le dio su veredicto: «Hay dos maneras de hacer cálculos en física teórica», dijo. «Una forma, y esta es la que prefiero, es tener una imagen física clara del proceso que estás calculando. La otra es tener un formalismo matemático preciso y autoconsistente. No tienes ninguna de las dos». Desesperado, Dyson le preguntó a Fermi si no estaba impresionado por la concordancia entre los números calculados y los medidos. Fermi preguntó: «¿Cuántos parámetros arbitrarios usaste para tus cálculos?». Dyson respondió: «Cuatro». Fermi acotó: «Recuerdo que mi amigo Johnny von Neumann solía decir: con cuatro parámetros puedo ajustar [“fit”] un elefante y con cinco puedo hacer que mueva la trompa».

En el artículo de Mayer, Jurgen; Khairy, Khaled; Howard, Jonathon (May 12, 2010). «Drawing an elephant with four complex parameters». American Journal of Physics. 78, se demuestra que efectivamente con cuatro parámetros libres se puede dibujar un elefante y con cinco hacerle mover la trompa.



Fuente: Drawing an elephant with four complex parameters». American Journal of Physics. May 2010

Este caso, más allá de lo anecdótico, apunta a la necesidad de tener un entendimiento claro del proceso y/o un modelo matemático preciso y autoconsistente del mismo para poder evaluar los resultados (posición más cercana al paradigma simbólico que al conexionista), sobre todo en los sistemas complejos. De allí la dificultad de verificar la respuesta de un requerimiento a la IA, lo que se complejiza por la introducción de las redes neuronales digitales (paradigma conexionista), herramienta computacional cuyo objetivo es descubrir los patrones de las conexiones entre piezas de información que permitan resolver las consultas planteadas sin conocimientos previos. Las redes neuronales no se basan en algoritmos pre-programados desarrollados por humanos, sino que se entrenan para descubrir por autoaprendizaje cuáles son las conexiones relevantes (“unir los puntos”). Ese auto-entrenamiento es progresivo y la red lo va verificando contra una “función de valor”, no siempre explicitada en el requerimiento, la que le permitiría

saber si una solución particular es superadora o no. Una vez que la red ha obtenido una estructura de conexiones exitosa, la misma se puede utilizar para resolver problemas similares al usado en el entrenamiento.

> Este ejemplo fácil de expresar, no de resolver, se extiende a casi cualquier problema que podamos asociar con la inteligencia, aun con los que son en apariencia más sofisticados. Este mecanismo es una versión simple de lo que se conoce como «aprendizaje por refuerzos» (reforzar los patrones que funcionan) y, por más elemental que parezca, está en los cimientos de la inteligencia humana y artificial. (Sigman, Bilinkis 2023, p.16).

Esta aproximación se basa en la interacción de una gran cantidad de neuronas digitales organizadas en múltiples capas. Esto genera un circuito entre unidades elementales que se muestra capaz de analizar una gran cantidad de patrones en las distintas configuraciones de neuronas encendidas y apagadas. Una vez que definimos el requerimiento, la IA encuentra el cómo hacerlo con la red neuronal (o por lo menos produce una respuesta) (Sigman, Bilinkis 2023, p.16,17)

Volvamos ahora a la posibilidad de una verificación humana de la verosimilitud de esa resolución que usa redes neuronales. La descripción clásica de computación (en el sentido de Church-Turing) es: dada una secuencia de deducciones lógicas, donde cada deducción se ajusta a reglas lógicas; la finalización de la secuencia debería proveer una conclusión. Dado que estas redes neurales se implementan en computadoras digitales, con una descripción estructurada, debería ser posible explicar lógicamente el proceso. Pero una explicación donde entran en juego trillones de operaciones matemáticas no es una explicación que un humano pueda interpretar (Lee 2022).

La lógica de los sistemas computacionales basados en redes neuronales multicapas es totalmente opaca al entendimiento humano, y cualquier intento de poder sintetizar esos procedimientos en una lógica comprensible solo va a producir unas racionalizaciones ex post más que explicaciones de cómo se llegó a esas conclusiones (Lee 2022). Estaríamos reproduciendo finalmente el muy humano comportamiento de justificar lógicamente un resultado, más que especificar cómo y porqué se llegó a él. Y basarse en validaciones que usen de alguna forma algoritmos automáticos nos podría conducir a una solución que solo reproduciría el problema a una escala superior.



Fuente: https://marketoonist.com/wp-content/uploads/2025/06/250630.n.ai models-768x402.jpg

Alucinaciones, responsabilidades, prompts, y fake news

Relacionado con el paradigma conexionista y su forma de "unir los puntos" aparece lo que se conoce como las "alucinaciones de la IA"[34] : fenómeno en el que un modelo de lenguaje de gran tamaño (LLM) —a menudo un chatbot de IA generativa o una herramienta de visión artificial— percibe patrones u objetos inexistentes, creando resultados que no tienen sentido o son completamente inexactos. En otras palabras, "alucina" la respuesta. Esto podría tomarse como una antropomorfización de las computadoras más allá que el término describe con precisión el fenómeno, con lo que nuevamente estaríamos reproduciendo maquínicamente una característica muy humana. Razones frecuentes de este comportamiento están en la tendencia al sobreajuste, y/o a sesgos o inexactidudes en los datos de entrenamiento, y/o modelos de muy alta complejidad; todos estos aspectos inherentes al paradigma conexionista. La prevención de estos problemas, como ya anticipamos, es de muy difícil resolución, lo que hace que el uso de la IA puede tener consecuencias indeseadas y no previsibles.

[34] https://www.ibm.com/es-es/think/topics/ai-hallucinations

Una pregunta válida es si la alucinación es un error o una característica, intrínseca de la IA. Según Will Douglas Heaven, editor senior para AI del MIT Technology Review se trataría del segundo caso:

> Cuando la IA inventa cosas, lo llamamos alucinación. […] Hablamos mucho de la alucinación como un problema que debemos solucionar. La forma más precisa de pensar en la alucinación es que esto es exactamente lo que hace la IA generativa, lo que se supone que debe hacer, todo el tiempo. Los modelos generativos están entrenados para inventar cosas. Lo notable no es que inventen disparates, sino que los disparates que inventan muy a menudo coinciden con la realidad. ¿Por qué es esto importante? En primer lugar, porque debemos ser conscientes de lo que esta tecnología puede y no puede hacer. Pero también porque no deberíamos esperar una versión futura de la IA que no alucine. (Haven D.W. 2025) Traducción propia.

Otro aspecto relevante en este sentido es el tema de la responsabilidad por los efectos de las decisiones de la IA. A modo de ejemplo: en 2022, el chatbot de Air Canada prometió un descuento que no estaba disponible para el pasajero Jake Moffatt, a quien se le aseguró que podía reservar un vuelo de tarifa completa para el funeral de su abuela y luego solicitar una tarifa por duelo[35]. Al rechazar el reclamo, la aerolínea afirmó que el chatbot se había equivocado (la solicitud debía presentarse antes del vuelo) y que no lo reconocería ya que el chatbot era una "entidad jurídica independiente, responsable de sus propias acciones". Finalmente la justicia le dio la razón al pasajero, pero si extrapolamos ésta situación a casos más complejos los peligros implícitos son inimaginables.

Un punto clave de las técnicas de la IA es cómo le indicamos qué queremos saber/hacer. Antes de la aparición de la IA las características de esa consulta estaban insertas en el programa a utilizar (solo podíamos modificar ciertos parámetros de ejecución), y normalmente tenían una función valor cuantificable que permitía al programa ajustarse en forma iterativa hasta obtener el mejor funcionamiento posible. Los datos a usar se proveían junto al programa o alternativamente se explicitaba el modo de acceso a los mismos.

Con el advenimiento de las herramientas de IA, el modo de comunicarse con las herramientas se modifica. En particular en lo que se denomina IA Generativa aparece una forma de comunicación hombre-máquina basada en lenguaje natural: el

[35] https://www.bbc.com/travel/article/20240222-air-canada-chatbot misinformation-what-travellers-should-know

“prompt”. El prompt es el texto (generalmente escrito o por voz) inicial que le suministramos a la IA generativa para indicarle qué deseamos conocer o resolver. Esto suele incluir instrucciones específicas, y puede o no incluir una función valor. En general se asume que la IA tiene como consultable toda la información accesible de la Internet. En este sentido el concepto implícito en el nombre de “IA Generativa” está en el hecho que con la orden de lo que queremos que la IA “haga” o “resuelva”, ésta decide cómo hacerlo y de allí pueden surgir creaciones/conocimientos inéditos.

Con estos “prompts”, de carácter imperativo, ordenamos que algo se produzca, sin que sepamos quién realmente lo produce ni cómo lo hace. El resultado del requerimiento depende de cómo se construya el prompt, por lo que podemos obtener conexiones distintas y consecuentemente distintas respuestas de acuerdo a cómo se lo formule.

Como ya indicamos anteriormente puede ser extremadamente dificultoso determinar como la IA genera estas repuestas, y cómo estas se relacionan con el prompt inicial. Como consecuencia, sobre todo en requerimientos que contengan juicios de valor, nuestra capacidad de evaluar si la respuesta es consistente con lo solicitado es muy limitada, y puede terminar siendo una cuestión de fe donde estaremos más dispuestos a aceptarla como verdadera cuanto más se aproxime a nuestras creencias previas.

Como el resultado del requerimiento es a su vez utilizado para entrenamiento de los modelos siguientes, los resultados se pueden realimentar en los modelos siguientes que lo usen, produciendo resultados cada vez más sesgados (aprendizaje por refuerzo RL).

Una solución propuesta para resolver este problema es que un ser humano valide la verosimilitud del resultado para evitar esa realimentación degradante (Julia 2024). Esto introduce un problema adicional: el valor de la subjetividad humana como factor de validación, o en otras palabras: ¿Qué es mejor a los efectos de verificar la validez de una conclusión: usar la intuición humana o el análisis cuantitativo de los datos? Lo que nos lleva nuevamente a las preguntas: ¿Cuándo deberíamos confiar en el reconocimiento intuitivo de patrones y en qué situaciones deberíamos ignorar la intuición y seguir los datos? ¿Qué tipos de eventos son predecibles mediante el análisis estadístico y qué tipos de eventos no lo son? ¿Todo es cuantificable?

¿Es la IA Creativa?

Volviendo a la pregunta inicial sobre las capacidades "humanas" de la "Inteligencia Artificial", tomaremos como caso testigo la partida de Go entre el sistema de AlphaGo desarrollado por DeepMind de Google, contra el mejor jugador de Go del mundo, el surcoreano Lee Sedol. La partida se pactó a cinco juegos y se desarrolló entre el 9 y el 15 de marzo de 2016. Terminó con una victoria de AlphaGo por 4-1[36].

> En la segunda partida, AlphaGo hizo un movimiento sorprendente, una jugada que ningún humano (al menos uno que jugase bien al Go) hubiese hecho. […] Se-dol quedó perplejo, dejó la sala y necesitó quince minutos para intentar entender lo que pasaba. […] La jugada resultó absolutamente revolucionaria, original y creativa, y cambió la manera en la que los humanos abordaron el juego a partir de ese momento. Nos regaló una idea nueva que no se le había ocurrido a ningún jugador en los casi tres mil años de historia del Go.
>
> Las máquinas por primera vez parecían listas para superarnos, incluso en la esfera más humana: la creatividad.
>
> De la misma manera en la que un pintor o un escritor pueden introducir una nueva manera de retratar o de narrar, AlphaGo introduce una innovación que cambia y enriquece la manera en que jugamos nosotros, los seres humanos. (Sigman, Bilinkis 2023, p.19).

Esto representó un punto de inflexión en la historia de la IA y llevó a una reevaluación de sus posibilidades. Si una vez fijado el qué hacer, la IA encuentra el cómo, incluso en la esfera más humana (la creatividad), esto equivaldría a afirmar que sería capaz de emular gran parte de las capacidades intelectuales que tenemos los humanos. "Podemos llamar a este fenómeno la «comoditización de la habilidad»" (Sigman, Bilinkis 2023, p.87).

Hasta la Revolución Digital la producción (en su sentido restringido de fabricación) fue derivando progresivamente del ser humano a las herramientas, con el diseño del instrumental y de los procesos (procesos fundamentalmente intelectuales) aun manteniéndose como creación humana. A partir de ahora, con la emergencia de la IA y de la automatización integral, esos procesos pasan a ser compartidos entre los sistemas digitales de análisis y toma de decisiones y el ser humano. La tendencia es que esa participación de la IA sea cada vez más importante, y que el control humano

[36] https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/03/160312 _alphago_inteigencia_artificial _go_victoria_humano_men consultado el 24/10/2024

sobre los resultados, el diseño de la solución y las herramientas utilizadas sea cada vez menor.

La IA y la cuestión del Trabajo

En este punto queremos hacer una distinción entre lo que es la intervención de la IA en tareas que encuadramos en lo que definimos como “trabajo” (en un sentido moderno), y las actividades que no entran en esa conceptualización.

Por esto consideramos que no debe confundirse la actividad concreta de realizar una actividad cualquiera sin retribución directa o indirecta, con el trabajo abstracto en su acepción moderna de producción de mercancías para el mercado como mecanismo para obtener recursos intercambiables por otras mercaderías requeridas para la subsistencia. Es en este último caso que la IA adquiere un carácter amenazante, ya que pone en cuestión el carácter de mediador social del trabajo en el capitalismo y desnuda una contradicción fundamental: por un lado el aumento incesante de la productividad disminuye progresivamente la componente humana en los bienes y servicios, implicando un menor valor relativo del “trabajo humano” en cada mercancía particular; en consecuencia para mantener la valorización global de la producción es necesaria una producción cada vez mayor de mercancías cada vez con menor valor individual.

Son estos aspectos de capacidad de creación técnica autónoma cada vez con más productividad y de necesidad de producción incrementada explosivamente (que choca con la disponibilidad limitada de recursos físicos), los que ponen en crisis a un sistema organizativo socio-económico basado en el trabajo y convierten a la IA en un peligro para la continuidad de la existencia humana en la forma y en el entorno en que se desarrolla actualmente, y plantean la necesidad de pensar/buscar formas alternativas de organización social.

Consideraciones Finales

Consideramos que los aspectos más relevantes de la “Revolución Digital” están relacionados con la convergencia de las tecnologías de comunicación de masas con la acumulación de los avances en hardware y software para el procesamiento digital de datos. La aparición y desarrollo exponencial de las redes en Internet produjo la generación y almacenamiento de un volumen anteriormente inimaginable de datos,

lo que junto a las nuevas capacidades de procesamiento provocó cambios en la forma en que nos comunicamos, aprendemos, trabajamos, creamos, etc. No quedó dominio de la actividad humana que no haya sido impactado y transformado por estas nuevas tecnologías.

Esta nueva situación llevó a una sobredependencia del análisis y toma de decisión basados en el uso de datos digitalizados. Esta situación ha sido caracterizada como "dataísmo" (Yuval Harari) o "siliconización del mundo" (Eric Sadin). El paradigma que define la etapa es el de "Inteligencia Artificial", como intento de crear máquinas "inteligentes" que emulen el funcionamiento del cerebro humano. Esta creación humana, cuyas capacidades no son en principio mensurables, va adquiriendo poderes en forma descontrolada que tememos que pongan en peligro a quienes la crearon.

La base de sus habilidades es la capacidad de hacer uso de las inmensas bases de datos almacenadas en las redes de Internet, las cuales son alimentadas no solo por acciones humanas, sino también por actividades puramente maquínicas, de sistemas de máquinas, o mixtas producto de la interacción de humanos y máquinas. Un aspecto destacable es el uso intensivo del lenguaje natural para la comunicación entre humanos y máquinas.

Usando el esquema conceptual de Michael Blastland hemos postulado que la IA puede detectar conexiones inéditas —no siempre válidas ni verosímiles— entre distintas piezas de información ("unir los puntos"), lo que podemos identificar como la capacidad de crear nuevos conceptos y por lo tanto nuevo conocimiento. Más allá de las limitantes epistemológicas y físicas que hemos planteado en este capítulo, estas capacidades de "comodotizar" la habilidad intelectual humana (adicionalmente a otras habilidades productivas ya incorporadas en etapas anteriores) pone en cuestión tanto la visión antropocéntrica del ser humano, como la factibilidad de sostenibilidad de la humanidad en el entorno socio-económico-técnico-ambiental en el que se desenvuelve actualmente.

Los puntos de conflicto aparecen en distintos dominios que apuntan a los problemas de control y uso de la información, a la privacidad de los datos personales, y a la interacción de los humanos con las máquinas, lo que hace cada vez más difusas las interfaces ("ciborización" del humano), por citar algunos. Prácticamente no hay campo de la existencia que quede inmune al impacto de estas nuevas tecnologías.

De los múltiples aspectos ya mencionados, hemos puesto énfasis en dos problemas fundamentalmente ligados a la estructura socioeconómica actual: el carácter limitado de los recursos físicos (problema medioambiental), y la crisis del trabajo que pone en cuestión la visión del mismo como componente ontológico del ser humano.

Bibliografía

- Anders G. (2011). *La Obsolescencia del Hombre (Volumen II). Sobre la destrucción de la vida en la época de la tercera revolución industrial.* Buenos Aires, Argentina: PreTextos
- Blastland M. (2023). *Thinking in Pictures. Adventures in Trying to be Smart*. London UK: Atlantic Books
- Dyson, F. (2004) A meeting with Enrico Fermi. *Nature* **427**, 297. Recuperado de: https://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/fdyson.htm
- Garnelo M., Shanahan M. (2019). Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations. *Current Opinion in Behavioral Sciences 2019, 29:17–23*
- Goel A.K. (2021). Looking back, looking ahead: Symbolic versus connectionistAI. AI Magazine. 2021; 42:83–85.
- Gottfresdo L.S. (1997). Mainstream Science on Intelligence: An Editorial With 52 Signatories, History, and Bibliography. Recuperado de: https://www1.udel.edu/educ/gottfredson/ reprints/1997mainstream.pdf
- Heaven D.W. (2025) Five things you need to know about AI right now. MIT Technology Review. 21/07/2025
- Jieshu W. (2017). Symbolism vs. Connectionism: A Closing Gap in Artificial Intelligence http://wangjieshu.com/2017/12/23/symbol-vs-connectionism-a-closing-gap-in-artificial-intelligence/ consultado el 25/10/2024
- Julia L. (2019). *L'intelligence artificielle n'existe pas*. Paris, France: Éditions First
- Julia L. (2024). DSC ADRIA 24 AI. Driven Society Conferencea - Zagreb, Croatia, May 21st-24th. Recuperado de: https://youtu.be/7m8U31iWiI0
- Kahneman D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona, España: Debate
- Kurzweil R. (2005). *The Singularity Is Near.* London, UK: Penguin Books
- Lee E.A. (2022). Do you really want explainable AI. SAI The Science and Information Organization - IntelliSys 2022: Amsterdam, Netherlands

- Nilsson N. (2010). *The Quest for Artificial Intelligence.* Cambridge, UK: Cambridge
- O'Connell M. (2017). *To Be a Machine: Adventures Among Cyborgs, Utopians, Hackers, and the Futurists Solving the Modest Problem of Death*. New Yotk, USA: Doubleday
- Pérez C. (2010). *"Technological revolutions and techno-economic paradigms"* en Cambridge Journal of Economics. Año 34 Nº 1 – Cambridge, UK
- RAE (2014,2023). Diccionario de la lengua española. ttps://www.rae.es/
- Russell S.J., Norvig P. (2004). *Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall
- Sigman M., Bilinkis M. (2023). *Artificial.* Barcelona, España: Debate
- Turing A.M. (1950). *Computing machinery and intelligence*. Mind, New Series, Vol. 59, No. 236 (Oct., 1950), p.433-460, New York, USA: Oxford University Press on behalf of the Mind Association

8. NUBOSIDAD VARIABLE

Agustín Berti[37]

Resumen

Una cantidad inimaginable de información se almacena en centros de datos, ocultos, bajo la difusa etiqueta de “la nube”. De hecho, casi todas nuestras actividades digitales pasan por la “nube”. No sólo vamos delegando la capacidad de recordar y procesar información, también cedemos conocimiento sobre intereses, deseos y preferencias. Nuestras múltiples elecciones subordinan la subjetividad de nuestros deseos a los diferentes patrones de los modelos algorítmicos predictivos.

El llamado “capitalismo de la nube”, al igual que otras redes sociotécnicas, implica un complejísimo sistema cuya infraestructura tiene un componente físico material, un componente social y un componente teórico conceptual. Percibir y comprender cómo funcionan hoy estas infraestructuras digitales – sus diferentes procesos y sus efectos – implica un problema pedagógico vital que interpela a la Educación Tecnológica. La formación de ciudadanos críticos para una sociedad democrática y emancipada se ha convertido en un desafío político-educativo de primer orden ya que las mediaciones digitales impregnan los cimientos mismos de la vida contemporánea. Este ensayo apunta a problematizar algunos de esos desafíos.

Palabras clave: capitalismo de plataformas; capitalismo de la nube; capitalismo arcóntico; tecnofeudalismo.

Fundamentalistas del aire acondicionado

Durante los días de verano, en el corazón del Cerro de las Rosas, un coqueto barrio residencial de la ciudad de Córdoba, a veces se corta la luz y el molesto ruido de los generadores inunda el poco aire que atempera las olas de calor cada vez más

[37] **Agustín Berti** es investigador adjunto del CONICET y profesor titular de la materia de Teoría Audiovisual en la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Córdoba. Publicó *Nanofundios. Crítica de la cultura algorítmica* (La Cebra/Editorial de la UNC, 2022) y ha participado en la edición del *Glosario de filosofía de la técnica* (La Cebra, 2022) y el libro *Plataformas de* streaming. *Una economía de la dispersión* (La Cebra, 2025). Es miembro de Dédalus, grupo de investigación sobre la técnica de la UNC y director alterno de la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas.

brutales. Detrás de los jardines de las casas, más allá de la sombra de los jacarandas, los palos borrachos y las catalpas, se alza un edificio nuevo, espejado, el más alto de la manzana. Allí se alojan las oficinas y los servidores de una de las grandes empresas de apuestas que, bajo el paraguas “Entretenimiento y Turismo”, medra con la ludopatía de los cordobeses a través de los casinos provinciales, y acecha en sus bolsillos mediante las aplicaciones de los celulares. Por las noches, desde las casas linderas puede verse el parpadeo fantasmal de las luces azules de los servidores en los ventanales del último piso del edificio. Es la nube, ahí nomás, asomando del otro lado de sus tapias.

Esta escena del paisaje urbano esconde las infraestructuras de lo que los estudios de economía digital están comenzando a llamar *cloud capital*, el capitalismo de la nube. La nueva economía se organiza en torno a la transmisión e inscripción de información a velocidades y alcances que escapan a nuestras modestas capacidades humanas de percepción, de comprensión y, sobre todo, de cálculo. Dicho llanamente: todo dato está anotado en microscópicas y efímeras libretas de almacenero, que pueden escurrirse como agua por las cañerías cada vez que abrimos la canilla y la gestión de esos flujos de códigos es posible por la complejísima arquitectura que llamamos internet. Como otras redes sociotécnicas, esta infraestructura tiene un componente físico y material, un componente social y, por último, un componente teórico, conceptual, que articula matemática y computación a partir de supuestos filosóficos no siempre muy explicitados. A fin de cuentas, no nos da la cabeza: las capacidades perceptivas humanas sobre las que se desarrollan nuestras frágiles subjetividades no tienen el poder de cómputo ni la capacidad de abstracción para hacerse una idea clara de semejante nivel de complejidad, ni de inteligir su funcionamiento.

El componente físico y material está desperdigado por todo el planeta e incluso alrededor de él: antenas, *routers*, cables, servidores y satélites. Y si bien no podemos verlo o simplemente no le prestamos atención, es la condición material del estado de creciente aceleración de nuestras vidas. La codificación que transforma un registro de una ocurrencia en el mundo – como la captura de una imagen mediante una cámara o de nuestra voz mediante un micrófono, o el escaneo de un código de barras en la caja del super – en información digital es una operación

abstracta y se puede manifestar de muchas formas y replicar las veces que se quiera. Pero estas manifestaciones nunca son inmateriales. Un mismo archivo puede estar almacenado a escala microscópica – como en las inscripciones de los viejos discos rígidos, o como oscilaciones de voltaje en una memoria flash – puede viajar como intermitencias de la luz a través de las redes de fibra óptica o incluso como frecuencias de radio en la comunicación inalámbrica. También puede ser de papel y estar en una calcomanía, como el QR que lleva al menú en una cervecería. De hecho, los datos están permanentemente reconvirtiéndose de una materialidad a otra.

La nube no es más que una metáfora para formas de inscripción y transmisión a las que no podemos acceder directamente sin la mediación de máquinas que nos traduzcan el código digital en sonidos, imágenes, palabras y hasta en volúmenes, como sucede con la impresión 3D. No podemos componer en nuestras cabezas los ceros y unos del código binario que esconde en sí un QR. Tampoco los cientos de caracteres en las letras, números y símbolos que componen una dirección web que le indica a nuestro celular de donde descargar el PDF con los precios de la pinta y las papas o las “promos” de los viernes. Y el código no es sólo para acceder a un archivo. Las operaciones automáticas de un dron, un auto autónomo o un robot también son materializaciones de instrucciones codificadas.

Lo digital no es inmaterial, siempre está almacenado, aunque sea por un nanosegundo, en la memoria de algún dispositivo. Si bien hay planes de instalar granjas de servidores en el espacio, hoy por hoy, la nube no está en el cielo. Está en galpones y edificios, ocupando espacio, demandando electricidad, haciendo mucho ruido cada vez que se corta la luz y se prenden los generadores. El capitalismo de la nube es un capitalismo que depende de prácticas tan antiguas como la minería y el uso intensivo de energía derivada, en su mayor parte, de combustibles fósiles, así como cantidades ingentes de agua. Porque la nube no sólo es material: es un enjambre de máquinas funcionando, en constante riesgo de recalentarse. Al igual que el motor de un viejo Renault 12, la nube necesita refrigeración, solo que a otra escala. Las granjas de servidores son bibliotecas de Alejandría en constante riesgo de ser devoradas por el fuego. Pero bajar la temperatura de los *data centers* puede recalentar la temperatura social, sobre todo cuando compiten por el agua o la

provisión eléctrica de las poblaciones aledañas, como se hace visible en la resistencia a su instalación que con distinta suerte se desplegó en las comunas chilenas de Cerrillos y Quilicura, entre tantas otras.

El componente social se articula con la necesidad de resolver problemas físicos, mecánicos y electrónicos a partir del establecimiento de lenguajes de programación y protocolos, pero también de una arquitectura legal que garantiza la interoperabilidad de los sistemas sobre la base de acuerdos, adopciones o imposiciones; disputa las regulaciones estatales; hace lobby ante los poderes legislativos; y despliega estrategias legales en tribunales. No alcanza con tener los fierros, también hacen falta los abogados, pero de los bufetes más caros, que le puedan discutir *tête-à-tête* a los Estados.

La economía de la nube debe, al menos teóricamente, ajustarse a las legislaciones de cada territorio. En algunas partes del planeta, las leyes que garantizan la protección de datos personales prohíben el registro de ciertas informaciones, en otras debe solicitar permiso para el uso de *cookies* con las que se rastrean esos datos. En los países de la Comunidad Económica Europea, por ejemplo, las funcionalidades de Inteligencia Artificial de las aplicaciones, como el asistente Meta IA, no pueden instalarse automáticamente: quien quiera habilitarlo debe pedirlo. En nuestro país, en cambio, una mañana despertamos y el botón azul de Meta IA ya estaba ahí, esperándonos en nuestros WhatsApp, sin posibilidad de desactivarlo, listo para capturar datos que luego permitan entrenar a sus modelos de lenguaje. El celular hoy es una prolongación de nuestra vida privada y nadie dio consentimiento para que a partir de la misma se entrenaran modelos de lenguaje de Meta.

El componente social va mucho más allá: está presente en los términos y condiciones que nadie lee (y que si leyera no podría entender), pero que brindan un paraguas jurídico a las empresas de la nube. También está en las batallas entre las empresas por las patentes de software y hardware o la propiedad intelectual de los contenidos. Está oculto en la administración de contenidos para evitar reclamos de propiedad intelectual o sanciones gubernamentales, y así podríamos seguir.

Por último, el componente teórico está presente en el desarrollo de lenguajes y programas que permiten almacenar, recuperar, analizar y transmitir la información

digital. Desde la propuesta de Turing que dio nacimiento a la computación moderna, la idea de máquina universal modificó radicalmente la cultura. ¿Cuál era la novedad? La posibilidad de codificar un conjunto de instrucciones en una serie formalizada como programa: puede, entonces, tomar como dato a cualquier otro programa y actuar como tal, un poco como Mystique de los X-Men, la mutante de piel azul cuyo poder era imitar a los demás mutantes. Esta máquina (matemática) es "universal" porque es capaz de comportarse como cualquier otra máquina (matemática), permite que un dispositivo de cómputo se transforme progresivamente en una metamáquina capaz de hacer converger en sí las funciones y procedimientos de todas las máquinas previas. Es decir que, en función del programa que ejecutemos, una computadora puede simular una máquina de escribir, un televisor (y un proyector), una mesa de diseño, un libro contable, un rompecabezas… Articulada con distintas formas de *output* (parlantes, pantalla, impresora, impresora 3D, controladores servomecánicos), la computadora reemplaza formalizaciones que antes estaban asociadas, explícita o implícitamente, a destrezas humanas y dispositivos mecánicos.

Hoy en día casi todas las actividades que hacemos están atravesadas por algún tipo de mediación digital: pedir comida, diseñar una casa, usar el transporte público o escuchar un audio larguísimo que nos envían para saludarnos por nuestro cumpleaños. También es posible realizar operaciones financieras, coordinar logísticas comerciales, mapear los casos de COVID o Dengue y transmitir los resultados de cada mesa de votación en una elección. Y es ahí donde la nube negra del capital tecnológico se cierne sobre nosotros. Casi todas nuestras actividades digitales pasan por la nube: nuestros intercambios con otros, nuestras finanzas, nuestro entretenimiento y hasta nuestros recuerdos bajo la forma de álbumes de fotos están almacenados y sujetos a la posibilidad de ser utilizados para entrenar modelos. No sólo vamos delegando la capacidad de recordar información, también cedemos conocimiento sobre intereses, deseos y preferencias. Nuestras elecciones de películas y series en Netflix, los *likes* o *favs* en redes sociales, la compra de zapatillas o rodamientos para cortinas en MercadoLibre y los caminos que elegimos siguiendo o no las instrucciones de Google Maps subordinan las pulsiones subjetivas en patrones de modelos predictivos.

Otro gran almacén

Internet, una red global que conecta todas las redes locales y regionales, es ante todo un proyecto civilizatorio. Instaura una sincronía y estandariza los modos en los que algo puede ser procesado como información. Todo aquello que no se adecua a los protocolos con los que nos conectamos a través de Internet (como los FTP, TCP/IP o HTTP) no puede ser procesado como información y se vuelve ruido.

Esto permite dos milagros que hoy ya damos por sentado. Por un lado, anula las distancias: la información digital viaja, literalmente, a la velocidad de la luz por las redes de fibra óptica. Por el otro, sincroniza la actividad humana a nivel global. La sincronización del tiempo y la anulación de la distancia son los pilares de nuestra cultura digital que se percibe como inmaterial pero que rige casi todos los aspectos materiales de nuestra vida, desde el trabajo y la educación hasta el ocio y la salud mental. Desde el cambio de siglo, con la expansión de los teléfonos celulares y la conectividad hemos generado una novedad inédita, un estado de computación ubicua: millones de dispositivos permanentemente generando datos sobre el mundo y sobre nosotros a partir de sus diferentes sensores (GPS, giroscopio, cámara, micrófono e interfaces de las aplicaciones). Esa cantidad inimaginable de información se almacena en centros de datos, ocultos a plena vista, bajo la difusa etiqueta de “la nube”.

Comprender cómo funciona esta infraestructura digital es un problema político de primer orden ya que constituye los cimientos mismos de la vida contemporánea. La nube hoy centraliza funciones de archivo que antes estaban repartidas en ámbitos muy distintos: la escuela, el hospital, el registro civil, las direcciones de catastro y los registros de propiedad automotor, el fisco… Pero también informaciones más efímeras como los intercambios epistolares, las llamadas telefónicas, los desplazamientos urbanos, las búsquedas en un diccionario o enciclopedia, la consulta a un mapa, la reproducción de un disco, el alquiler de una película, el pago de una entrada a un cine, la lectura de un diario y las transacciones monetarias. Para poder digitalizar es necesario contar con un archivo en el cual almacenar toda la información necesaria para administrar, en sincronía, las actividades humanas. La nube, es decir, la suma de todas las granjas de servidores interconectadas, es el lugar donde se archiva y procesa esta información.

Contra todas las narrativas de los genios disruptivos que enaltecen a los CEOs, detrás de la supuesta disrupción tecnológica hay en rigor una profundización de trayectorias sociotécnicas previas. Las metáforas ilustran muy bien los aparatos conceptuales desde los cuales se configuró una red de redes. En los 90, cuando internet se abrió al público, aparecieron los primeros programas para acceder a la red con nombres como Internet Explorer y Netscape Navigator. Otras imágenes recurrían a la ilusión marítima, como surfear la web o el mar de información. Pero detrás había un diseño técnico organizado en torno a los paquetes que segmentan los archivos digitales que circulan por caminos más bien estrechos.

En esos años se alcanzaron algunos consensos, como la llamada neutralidad de la red que garantizaba idéntico tratamiento a todos los paquetes que circulaban por internet. Detrás de ese concepto de paquete, a priori trivial, se esconde una lógica que replica criterios civilizatorios previos. El desarrollo de la cerámica en la antigüedad permitió la conservación y el traslado de mercancías en ánforas. Así organizó el comercio que funcionaba en base a los puertos (otra metáfora cara a la computación), almacenes y mercados. Los bienes fluyeron a través de las vías marítimas y fluviales, las redes de caminos y, más adelante, las redes ferroviarias. La infraestructura que habilitaba ese tráfico mercantil se organizaba en cartas de navegación, letras de porte, contenedores estandarizados y direcciones. En Roma no se usaban mapas sino más bien el *itinerarium*, la lista de ciudades a lo largo de un camino dado, organizado en hitos sucesivos.

Internet replica esas lógicas: las ánforas se llaman paquetes, las vías son reemplazadas por los tendidos de cables o las bandas de señales, y el *itinerarium* está hecho de direcciones IP. Más que un nuevo medio de comunicación, internet es en realidad una infraestructura de distribución. Sólo que con la emergencia de las grandes tecnológicas, el esquema original de una red descentralizada queda puesto en cuestión. La historia de AWS, Amazon Web Services, el principal proveedor de computación en la nube, ilustra este cambio de escenario, que es también el de la consolidación del modelo de las plataformas que hoy caracteriza la economía global.

Amazon comenzó como una tienda on-line de libros que, por una comisión, organizaba el acceso a los catálogos de librerías físicas y editoriales que tenían el stock de los libros, y coordinaba su logística. El éxito de la empresa la llevó a ampliar

su alcance, de los libros a discos, DVDs, ropa y otro tipo de bienes durables para transformarse así en un gigante del comercio electrónico. En esa evolución, desarrolló AWS para ofrecer infraestructura computacional para su plataforma de comercio electrónico. O, puesto en los términos anacrónicos previos, comenzó a tender sus propias vías, sus puertos, almacenes y factorías para el mundo digital, mientras comenzaba a desarrollar sus propias empresas logísticas para distribución de paquetes en el mundo "físico". Acaso uno de sus principales triunfos haya sido anticipar la centralidad de dos problemas en un contexto de aceleración digital: el almacenamiento de los archivos y de la trazabilidad de las entidades.

Nefología digital

Hasta mediados el siglo XX, la nefología refería a la rama de la meteorología que se ocupaba del estudio de las nubes. Los debates sobre el calentamiento global y la crisis climática han vuelto a poner sobre la mesa la relación de las dinámicas de formación de nubes con el clima del sistema tierra. Los debates sobre política y economía contemporánea harían bien en hacer nefología para comprender las formas del capital digital.

La concentración de las infraestructuras que definen el mundo digital hoy, articuladas en ecosistemas de aplicaciones y servicios recibió muchos nombres: el economista canadiense Nick Srnicek caracterizó este modo de producción como "capitalismo de plataformas"; el francés Cédric Durand y el griego Yanis Varoufakis, desde perspectivas diferentes más europeas, lo denominaron "tecnofeudalismo"; y la teórica marxista australiana McEnzie Wark, "vectorialismo".

Todas estas miradas capturan algún aspecto muy relevante y contextualizan la aparente novedad de este periodo (las plataformas, la penetración territorial de las corporaciones y la colonización de las subjetividades, y el control de los flujos de información e innovación), pero acaso una de las lecturas más interesantes sea la del chileno Andrés Maximiliano Tello que, en su libro *Anarchivismo*, nombra el periodo como "capitalismo arcóntico" para señalar que las corporaciones y no los estados controlan ahora los datos sobre población y territorio que permiten la acción de gobierno y que pueden convertir la existencia de cualquier inscripción en fuente de explotación.

Las granjas de servidores de Amazon ofrecen lo que se conoce como "infraestructura-como-servicio", el alquiler de espacio de almacenamiento y capacidad de procesamiento de datos, que lo convierte en el mayor proveedor de computación en la nube con más del treinta por ciento del mercado. Otras grandes corporaciones como Azure de Microsoft y Google Cloud de Alphabet no le van en zaga, con apenas más de veinte y el diez por ciento, respectivamente. Junto a unos pocos actores algo menores (Alibaba, Oracle, IBM y Tencent), controlan uno de los factores determinantes de la economía contemporánea: la capacidad de acceso a los archivos. Son, siguiendo a Tello, los nuevos arcontes, aquellos que gobiernan pues controlan el acceso al archivo. Esto significa que controlan los modos en los que verificamos nuestra identidad, reclamamos los fondos inscritos en los libros contables o comprobamos la trayectoria de las mercancías.

Si nos ponemos en nefólogos, por su tamaño, estas corporaciones son cumulonimbos: enormes nubes de tormenta caracterizadas por su desarrollo vertical y su densidad. Las nubes más grandes y poderosas de la atmósfera. Pero hay otras formaciones nubosas a las que también cabe prestar atención en el ámbito digital ya que el *cloud capital* dista de ser homogéneo. Podríamos pensar meteorológicamente desarrollos tecnológicos como el *machine learning* o el *blockchain* que dieron origen a fenómenos sociotécnicos muy disruptivos como la Inteligencia Artificial y las criptomonedas (pero también a muchas otras aplicaciones más interesantes).

¿Se trata de nimbostratos, nubes densas y oscuras de lluvia constante, o cirrostratos, velos pálidos, translúcidos? Como quedó en evidencia tras el *gaffe* presidencial con la criptomoneda $LIBRA, el ecosistema digital tiene centro y periferia, actores menores, hasta marginales y ciberlúmpenes. Ya cayó en el olvido, pero en paralelo al ascenso de Jeff Bezos y Amazon, su imperio de comercio electrónico, también existió Silk Road, una página que brindaba la infraestructura y la logística para el mercado negro a través de la *dark web* o, como lo decía el propio sitio, "un mercado anónimo", en el que se comerciaban drogas y personas. ¿Y qué fue del Metaverso de Mark Zuckerberg sino una tormenta de verano? Lo mismo puede decirse de las aplicaciones de juegos *online*, intensos pero breves chaparrones a tiro de ser disipados por una legislación local que apueste por preservar la salud psíquica y financiera de sus habitantes.

¿Qué es entonces el capital de la nube? Apenas una denominación atractiva para referirse a la centralidad del almacenamiento en el régimen del capitalismo arcóntico. Una forma de esconder con una metáfora vaporosa el hecho de que toda digitalidad es política y que la política se trata de la asignación de recursos en un territorio eminentemente material, aunque vaya a velocidades y complejidades matemáticas que superan nuestras modestas capacidades humanas, pero que afecta de manera determinante nuestras subjetividades de diverso modo: polarización política, aumento de la ludopatía y el creciente *burn out* por expansión de la jornada laboral a los tiempos de ocio son apenas algunos de los síntomas que trae aparejado el régimen de datificación 24/7[38] de lo social.

Bibliografía

- Durand, Cédric. *Tecnofeudalismo: Crítica de la economía digital*. Traducido por Víctor Goldstein, Kaxilda, 2021.
- Snricek, Nick. *Capitalismo de plataformas*. Traducido por Aldo Giacometti, Caja Negra, 2018.
- Tello, Andrés Maximiliano. *Anarchivismo: tecnologías políticas del archivo*. 1ª ed, La Cebra, 2018.
- Varoufakis, Yanis. *Tecnofeudalismo. El sigiloso sucesor del capitalismo*. Ariel, 2024,
- Wark, McKenzie. *Capital is dead*. Verso, 2019.

[38] "24/7" refiere a las conexiones digitales sin interrupciones, las 24 horas, los 7 días de la semana.

9. LA EVOLUCIÓN EN LOS SERES VIVOS Y EN LA TECNOLOGÍA
¿Podemos hacer paralelismos?

Marcelo Barón[39]

Resumen

Se plantea en este artículo un análisis del concepto de evolución, estableciendo una comparación entre la noción de evolución por selección natural en el ámbito de los seres vivos y su contraparte análoga en el mundo de la tecnología, representada por el concepto del "cambio técnico" respecto de las técnicas, los artefactos y sus productos asociados.

Palabras clave: Evolución. Cambio técnico. Delegación de funciones. Obsolescencia programada.

Introducción a los marcos conceptuales

Si miramos al mundo de las "cosas" que nos rodean, vemos objetos -tanto tangibles como abstractos- del mundo natural (bichos, plantas, animales, minerales, elementos), objetos del mundo artificial (productos tecnológicos, artesanales, arte, algoritmos), u objetos del mundo social (idiomas, leyes, instituciones, juegos, conocimientos). Además tenemos una idea subyacente de que las cosas generalmente no son estáticas sino que cambian, se modifican, se transforman.

Sabemos que las cosas artificiales, se inventan, se fabrican, se modifican, y que somos los humanos quienes lo hacemos con nuestras manos, o mediante las herramientas y máquinas que controlamos.

Sabemos también, porque lo vivimos, que las cosas del mundo social, como la cultura, las instituciones, los sistemas políticos, la economía, se modifican, cambian radicalmente algunas, muy lentamente otras. Y sabemos que los seres vivientes

[39] Marcelo Barón es docente y capacitador del área de tecnología desde 1995. Es licenciado en Tecnología Educativa (UTN), Téc. Sup. en Sist. Digitales y Control Automático (ORT), Sociología (UBA). Especializado en Educación Tecnológica en escuelas primarias, secundarias, terciario y capacitación docente en el equipo de Educación Tecnológica de Escuela de Maestros (GCBA) desde
2002. Ex docente en el Profesorado de Educación Tecnológica (IES N°2 - CABA) de las materias Tecnologías y Procesos del control I y Tecnologías, Tecnologías y Procesos de las comunicaciones I, y Talleres de construcción recursos. Autor del libro "Enseñar y aprender tecnología", Novedades educativas (2004) sobre el enfoque sistémico. Coautor con Eduardo Averbuj y Gabriel Ulloque, de la serie de manuales "Hacé Click" 1,2 y 3 (Ed. Comunicarte). Para comentarios, que son bienvenidos: marbaron2@gmail.com

evolucionan -porque lo aprendimos-, que es algo que a simple vista no apreciamos porque los cambios son extremadamente lentos, cuando se producen naturalmente.
La pregunta que surge entonces, es si esos cambios, esa evolución ocurre de la misma manera, de acuerdo a los mismos mecanismos, o similares, en cada uno de esos ámbitos y si no es así, cómo. Especialmente, si la "evolución" (si se permite este término en el mundo tecnológico), sigue los mismos patrones que la evolución natural o no, por medio de sus leyes, es decir, la selección natural y adaptación de la especie más apta al medioambiente. Y si no es así cuál es su motor o motores principales.

Algunas ideas conceptuales sobre la evolución de los seres vivos

Un breve recordatorio: en el año 2009 coincidieron tres aniversarios relacionados con la idea de la evolución de los seres vivos. Por un lado se cumplieron 150 años de la publicación de *El origen de las especies*, en 1859 por Charles Darwin en Inglaterra. Por el otro, 200 años de su nacimiento, coincidentemente con la publicación en Francia de la *Filosofía zoológica* de Jean Baptiste Lamarck en 1809, en la cual se expone por primera vez una argumentación extensa sobre la transformación de las especies.[40]

El estudio de la evolución biológica ha transformado desde el siglo 19 no sólo nuestra concepción acerca de la vida en la Tierra, sino que ha impactado en todos los ámbitos de la vida humana, ya que, además de brindar una explicación científica de la biodiversidad, la adaptación, el origen común de todos los seres vivos, la extinción y otros fenómenos biológicos, cambió la visión estática del mundo que hasta ese entonces prevalecía, que era la creencia de que cada especie había sido creada directamente por algún dios o ente metafísico y permanecía estática, inmutable.

El reconocimiento de que todo lo vivo se transforma y que hay una explicación plausible a este cambio -dejando fuera toda posibilidad de explicaciones sobrenaturales-, incluyendo al origen mismo de la misma especie humana, ha transformado nuestra mirada del mundo natural y ha generado una gran riqueza conceptual.

[40] http://www.revistaciencias.unam.mx/es/98-revistas/revista-ciencias-97/551-dos-siglos-explicando-la-evolucion.html

Lamarck sostenía que la vida surge por “generación espontánea”, (sin intervención divina necesariamente, aunque sin explicar cómo), cuando factores como el calor, la humedad, la temperatura, los nutrientes y los campos magnéticos o eléctricos coinciden para dar origen a formas vivientes simples, amorfas y microscópicas. A partir de estas, se inician una serie de transformaciones orientadas hacia organismos cada vez más complejos, impulsadas por una “tendencia interna” de la vida al desarrollo. Este proceso ocurre mediante eventos ordenados influenciados por el ambiente, que provocan cambios en los hábitos —los llamados caracteres adquiridos—, los cuales se heredan de generación en generación, produciendo a la larga la transformación de las especies y una constante tendencia hacia la “superación”[41].

El punto inicial de cada especie es un evento de “generación espontánea” distinto; así, por ejemplo, los seres humanos y los invertebrados no tienen porqué compartir un ancestro común. Con la obra de Lamarck, la idea de evolución, que hasta ese momento era empleada para referirse sólo a los procesos del desarrollo embrionario, adquirió su significado actual de transformación de las especies y la idea de evolución, que se le atribuye a Herbert Spencer haber divulgado este término con un sentido de “progreso biológico”.

Cincuenta años después, Charles Darwin publicó su teoría de la evolución por medio de la “selección natural”. En su libro *El origen de las especies*, establece las ideas que revolucionarían el estudio de la vida: su origen, transformación, historia y diversidad en el planeta.

En la explicación publicada en 1859[42] a partir de la información recopilada en sus viajes y respaldada por abundante evidencia, Darwin concluyó que todas las especies, pasadas y presentes están emparentadas y comparten un ancestro común. Rechazó la idea de Lamarck sobre una tendencia inherente hacia la evolución. En su lugar, propuso una explicación causal basada en la variación hereditaria (mutaciones) y la selección natural, que permite entender por qué las especies cambian sucesivamente y divergen unas de otras. Este proceso surge de la aparición aleatoria de mutaciones —no determinadas por necesidades

[41] Están entre comillas en este párrafo los conceptos que afirma, aunque sin ninguna demostración científica que las avale a comienzos del siglo 19.
[42] Charles Darwin, "El origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida".

adaptativas— y su interacción con las presiones ambientales, para lo cual no se requieren explicaciones sobrenaturales ni tendencias metafísicas para comprender su proceso de transformación y evolución.

En su vida cotidiana cada especie necesita un espacio y recursos -alimentos, nutrientes, agua- para vivir, y al mismo tiempo cada organismo interacciona con los diferentes factores ambientales -clima, condiciones del terreno, depredadores, enfermedades, desastres naturales, entre otros-. No todos logran sobrevivir y reproducirse. Estas variaciones aleatorias determinan la capacidad (o no) de adaptación, supervivencia y reproducción de cada individuo. Este es el proceso –según Darwin- que a lo largo de la historia de la vida en la Tierra causa la transformación gradual por medio de la acumulación lenta de variaciones (mutaciones genéticas) cuando ellas son favorables a su entorno, y que desde una escala de tiempo más amplia, las entendemos como la transformación de las especies.

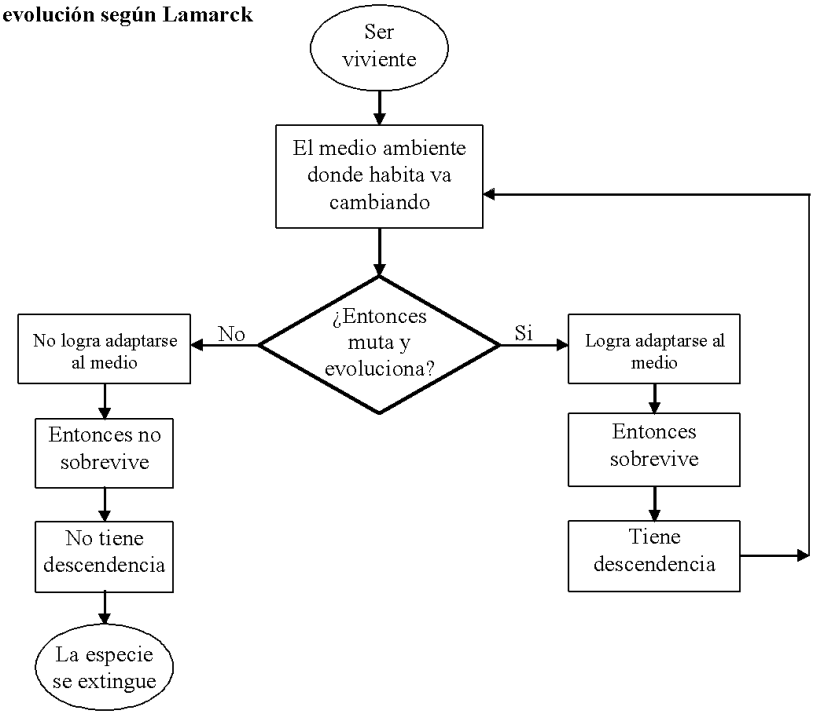
Es así como dos poblaciones iguales de seres vivos, al permanecer aisladas unas de otras por distintos eventos naturales, siguen procesos evolutivos distintos y en miles de años serán dos especies diferentes. La explicación de variación y selección natural también explica la adaptación de los organismos. Cada “diseño natural” es resultado de ese dinámico proceso evolutivo.

Hoy en día sabemos que estas variaciones hereditarias se generan por mutaciones genéticas al azar causadas por factores naturales varios (radiaciones, agentes químicos, biológicos, etc.). Es decir, los cambios en el ADN ocurren sin tener a priori ninguna relación adaptativa con el ambiente, y son ocasionadas por daños o errores de replicación. A lo largo del tiempo, la variación genética de una población es la acumulación de esos cambios por generaciones. Es decir, las mutaciones pueden ser útiles, neutras o perjudiciales, dependiendo de las condiciones ambientales, pero ocurren aleatoriamente.

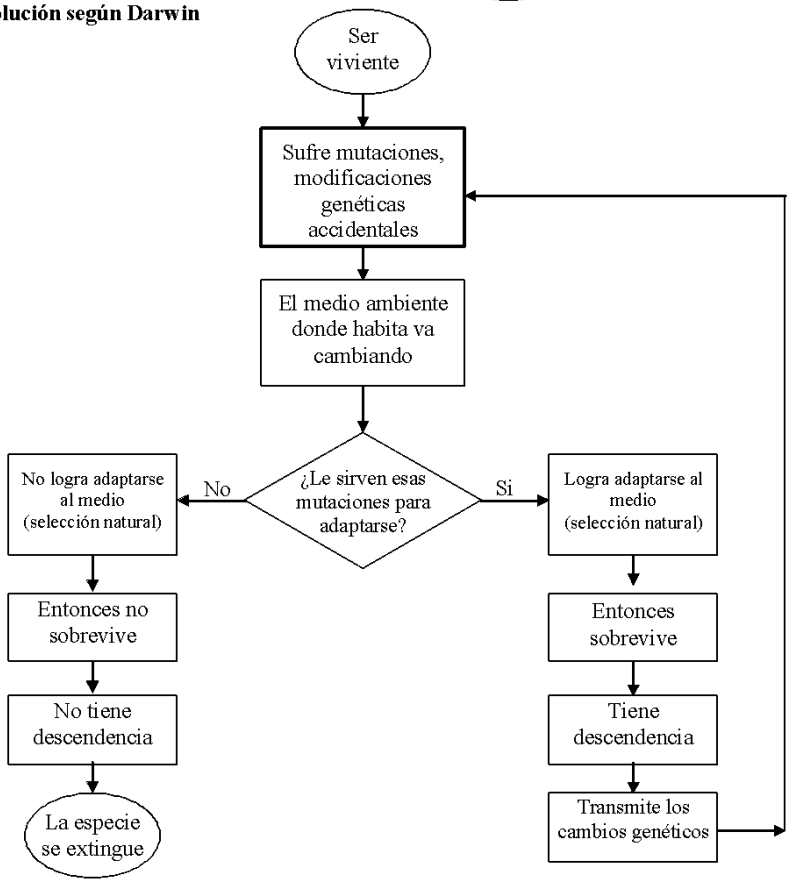
En ambas explicaciones, la de Lamarck y la de Darwin, aunque radicalmente diferentes, se establecía que el ser humano no es un ser creado por alguna instancia superior, sino simplemente, al igual que todas las especies, es parte y producto de la misma evolución natural.

Utilizando una herramienta de representación gráfica propia de la tecnología, como son los diagramas de flujo, sintetizamos las dos hipótesis acerca de la evolución de los seres vivos aportando estos dos modelos:

La evolución según Lamarck



La evolución según Darwin



Acerca de la "evolución" de la tecnología

Ante todo vamos a plantear una precaución al uso del concepto de evolución cuando nos referimos a la tecnología, porque por evolución en el ámbito natural se entienden cambios ajenos a la voluntad humana. Como los cambios en el mundo de las técnicas (tecnología) se dan sólo por decisiones humanas (por ahora…), nos referiremos a ellos como *los cambios en los medios de intervención técnica* o simplemente *cambio técnico*.[43]

Desde el marco conceptual del diseño curricular para Educación Tecnológica, de la ciudad de Buenos Aires, la tecnología, o el conjunto de las técnicas, son complejos integrados por herramientas y artefactos, programas de acción (procedimientos) y conocimientos, que a su vez dependen del rol que cada persona juega en los distintos sistemas técnicos. También se incluyen allí al conjunto de los operarios, técnicos, ingenieros, científicos, empresarios, etc., y a los conocimientos y habilidades diversas de las que son portadores, sin los cuales los cambios no son posibles. Es esta una invariante que abarca toda la historia humana.[44]

Aunque hoy estemos convencidos de que la tecnología cambia permanentemente, esto no siempre fue así ni tampoco lo es actualmente en todas partes. Por ejemplo, si bien muchas culturas se caracterizaron por mantener constantes sus técnicas durante largos períodos de tiempo, esto no significa, necesariamente, atraso. Conceptos como los de "atraso" o "progreso" solamente pueden plantearse desde la relatividad cultural de cada grupo o civilización.

El cambio en las tareas y la delegación de funciones

Cuando se busca tecnificar una tarea, se analiza cómo el usuario la realiza, observando tanto sus gestos como el de los artefactos que utiliza, ya que ambos sistemas —acciones humanas y las transformaciones por parte de las herramientas— determinan el resultado final. Si se pretenden simplificar o incluso eliminar las acciones del usuario, las funciones que antes cumplía pasan a ser asumidas por las herramientas o máquinas. Este proceso, llevado a cabo por proyectistas o inventores mediante el diseño de nuevos dispositivos, se conoce

[43] Extraído de los Documentos curriculares para Educación tecnológica, CABA (1998) Lic. Abel Rodríguez de Fraga, Prof. Silvina Orta Klein: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/docum/areas/edtec/doc5.pdf
[44] Idem.

como *delegación de funciones*, en la que las tareas humanas se transfieren a los artefactos. Como consecuencia, surgen herramientas cada vez más complejas y acciones técnicas humanas más simples.

La *delegación de funciones*, es entonces, el paradigma que a lo largo de la historia ha dominado el panorama de la creación y el perfeccionamiento de las herramientas y de las máquinas, desde las más simples, llevándolas a niveles de complejidad creciente.

¿Pero cuál es el motor que impulsa este proceso de cambio?

En términos generales, se buscó reemplazar primero la aplicación de energía física humana por otras fuentes de energía, ya sean animales u otras naturales. Posteriormente, sumado a ello, se buscó facilitar los procesos de transformación de los materiales mediante el uso de artefactos y herramientas, para reducir los tiempos necesarios y perfeccionar los logros técnicos, delegando progresivamente el saber técnico en dispositivos más sofisticados.

La búsqueda de eficiencia técnica, si bien en los comienzos de la civilización era necesaria para una mejor supervivencia con mejores herramientas y métodos, en las sociedades más organizadas ha estado fundamentalmente influenciada por metas económicas, especialmente orientadas a reducir el tiempo de los procesos y simplificar los conocimientos necesarios para ejecutarlos, con el objetivo principal de aumentar la productividad del trabajo humano, es decir, producir más en menos tiempo y con mayor ahorro de energía y de recursos.

A medida que la sociedad se ha desarrollado económicamente, esta tendencia se ha vuelto central, especialmente bajo el sistema capitalista, en que se busca maximizar la rentabilidad para los propietarios/as de los medios de producción mediante el aumento de la productividad del operario/a (lo cual no redunda necesariamente en un aumento del nivel de vida del mismo/a, que sí depende de la lucha social). En cambio, en modelos más sociales o cooperativos, este aumento debería apuntar a reducir colectivamente el tiempo dedicado al trabajo productivo y a mejorar la calidad de vida de toda la sociedad distribuyendo más equitativamente la rentabilidad de lo producido.

Tipos de cambio en los medios de intervención técnica

Comprender los cambios tecnológicos implica analizar la relación entre nuevas y

antiguas técnicas: qué se hereda y qué se transforma. Podemos distinguir tres tipos de cambio[45]:

1. Cambios adaptativos: surgen al modificar técnicas para aplicarlas en nuevas condiciones. Por ejemplo, el filtrado mediante mallas dio origen a coladores, redes de pesca o filtros de aire. También pueden derivarse nuevas técnicas, como el uso del taladro para trenzar cables.

2. Cambios orientados a la eficiencia: buscan mejorar el rendimiento técnico.

En la mecánica, se identifican tres niveles:

- Herramientas manuales que reproducen gestos humanos.
- Herramientas con mecanismos que transforman el movimiento y reducen el esfuerzo.
- Máquinas con motores y sistemas de control que automatizan tareas.

El taladrado, por ejemplo, evoluciona desde una punta manual hasta taladros mecánicos manuales (berbiquí) y luego máquinas motorizadas.

3. Cambios por integración técnica: se producen cuando distintas técnicas se interrelacionan formando "complejos técnicos". Cada técnica depende de otras complementarias. El automóvil, por ejemplo, requiere avances en neumáticos, combustibles, infraestructura vial, etc. Las técnicas forman sistemas interdependientes, donde el cambio en una afecta a todas las demás.

El cambio técnico y la obsolescencia programada

La obsolescencia programada u obsolescencia planificada consiste en diseñar productos con una vida útil limitada prevista, obligando al consumidor a reemplazarlos. Su objetivo es aumentar las ganancias mediante compras frecuentes. *El primer producto afectado por la obsolescencia programada fue la bombilla incandescente. Uno de los primeros prototipos lleva funcionando desde el año 1901. Thomas Alva Edison, creó un prototipo de duración de 1500 horas. El éxito fue rotundo y aparecieron varias compañías dedicadas a su fabricación. Al principio el objetivo era crear bombillas más durables, sin embargo todo cambió cuando varias empresas se aliaron para establecer una duración máxima de 1000 horas de uso y*

[45] Documento curricular como el elaborado por el equipo de la Dirección de Currícula del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en 1998. http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002356.pdf

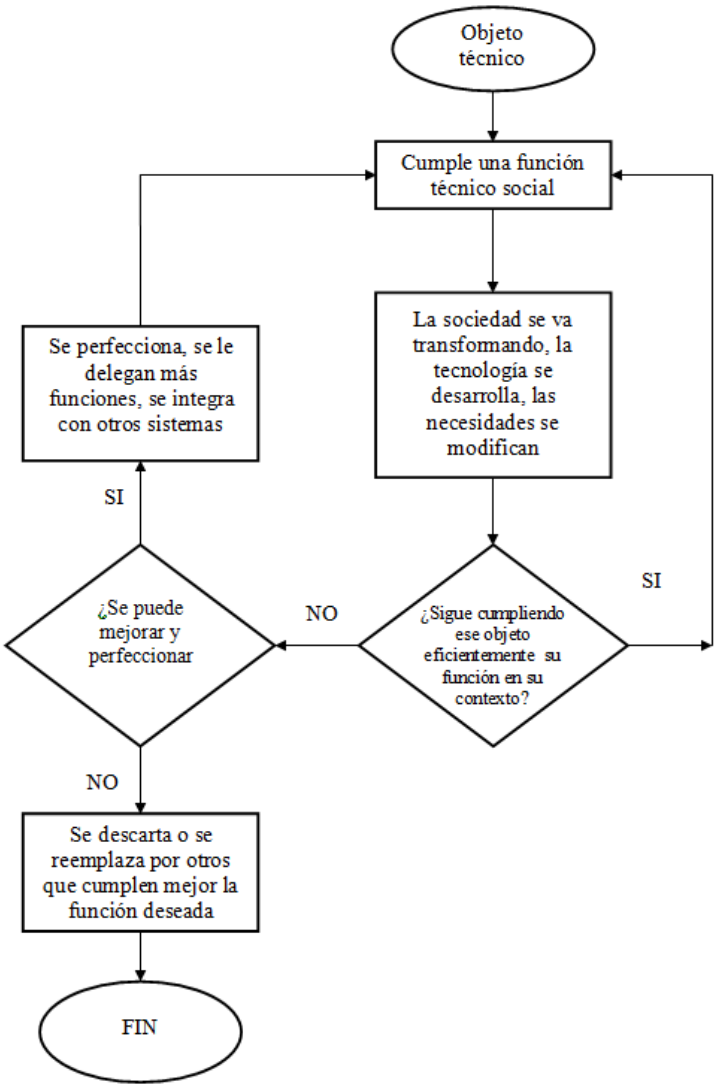
penalizar a los fabricantes que violaran la nueva norma.

Esta práctica, tolerada en sus inicios por falta de conciencia ecológica y derechos del consumidor, ha generado creciente rechazo. Hoy, consumidores y organizaciones impulsan acciones para revertirla. Aunque es rentable para las empresas, puede provocar pérdida de fidelidad si los usuarios perciben que se les obliga a comprar innecesariamente.

También existe una obsolescencia ligada a la moda: productos que se vuelven "viejos" por cambios estéticos o tendencias, como ocurre con la ropa. Este tipo de obsolescencia acelera el cambio técnico, pero no necesariamente mejora la calidad del producto. Su lógica responde al modelo capitalista, donde el lucro económico prima sobre la durabilidad, generando impactos ambientales por sobreproducción y acumulación de residuos, además de pérdidas económicas para los consumidores.

Para finalizar, una propuesta didáctica

Una propuesta de abordaje didáctico de este entrecruzamiento de conceptos del ámbito de las ciencias naturales y la educación tecnológica, podría ser, en el ámbito de la secundaria, a partir del conocimiento de las diferencias entre las teorías de la evolución de Lamarck y Darwin, y sus respectivos diagramas de flujo que los representan, que lxs alumnxs, divididos en grupitos, intenten realizar un diagrama propio que explique la "evolución" en el



ámbito tecnológico. Luego cada grupo dibuja o muestra (en un afiche), su propuesta a todos los demás. Finalmente, se debaten –argumentando y contraargumentando- las distintas propuestas, se observan posibles errores de interpretación y si es pertinente, se construye un diagrama de consenso de toda el aula.

Una posible propuesta podría ser, tomando los conceptos antes citados, el siguiente diagrama de flujo orientativo que exprese el mecanismo en que se da la “evolución” de un sistema técnico.

Bibliografía:

- PDF de la serie “Profundización NES (Nueva Escuela Secundaria), 2018”: https://buenosaires.gob.ar/sites/default/files/media/document/2018/08/21/881179b2be3a35fc04a2e4a5986856d2a70f7e63.pdf
- Documento curricular como el elaborado por el equipo de la Dirección de Currícula del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en 1998. http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002356.pdf
- Simondon, G. (2007). El modo de existencia de los objetos técnicos. Buenos Aires, Ediciones Prometeo. El libro más relevante de **Gilbert Simondon** sobre la evolución de la tecnología es su tesis secundaria. Disponible en línea en el repositorio de la Universidad Nacional de Quilmes: El modo de existencia de los objetos técnicos (PDF).

10. CAMBIO TECNOLÓGICO Y CIUDADANÍA[46]

Silvina Orta Klein[47]

Resumen

El presente trabajo intenta reflexionar acerca los conceptos trabajados por docentes con estudiantes en el aula, en relación con el cambio tecnológico. Es interesante que los estudiantes de nivel secundario, los futuros docentes y los docentes en ejercicio desarrollen el pensamiento crítico de-construyendo pre-conceptos en relación con los procesos de cambio tecnológico. Para ello es necesario que conozcan diferentes teorías y posturas ideológicas para reconocer distintos modos de interpretar el comportamiento técnico y sus cambios.

Es común que al hablar de cambio técnico utilicemos palabras como evolución, progreso, avance o innovación, pero no siempre profundizamos sobre el significado de estas nociones. Intentaremos superar en este texto aquellas construcciones de "sentido común" que consideran el carácter neutral de las tecnologías o el desarrollo autónomo de las mismas.

Proponemos abandonar la representación de una sociedad cuya existencia es independiente de lo tecnológico y abordar los procesos de cambio desde una mirada socio-técnica. Para ello presentamos las ideas de algunos autores que nos ofrecen una mirada que apunta en esa dirección.

Esta forma de entender el cambio nos permite identificar relaciones, procesos y trayectorias de los objetos y sistemas técnicos incluyendo a los actores participantes. Los procesos de cambio, desde esta perspectiva, se relacionan con una serie de dinámicas de problemas – solución y de agencias que inciden en la

[46] Ponencia presentada en el XIII Congreso de Educación Tecnológica en el ISPT, Córdoba (22-23 de agosto de 2025)

[47] Licenciada en Educación, Maestría en Educación (UNQ). Especialización en Didáctica Facultad de Filosofía y Letras (UBA). Vive en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Actualmente Coordina el Trayecto de Formación de Postítulo de la FAHyCS y dirigió investigación en el Proyecto PIDIN, en la UADER, Entre Ríos. Dicta un Seminario en la Maestría de Tecnología, Políticas y Cultura de la (UNC), Córdoba. Trabajó en el Ministerio de Educación de Nación Coordinando el Área de Tecnología, desde el año 2000 al 2016. Organizó y participó en la construcción de los NAP Primaria y Ciclo Básico Secundario. Participó en la Capacitación de Profesores desde el Ministerio Nacional y en la Escuela de Capacitación CEPA (CABA). Fue profesora en el Profesorado de Educación Tecnológica en el IES 2, Mariano Acosta.
Publicaciones: Educación Tecnológica un desafío didáctico, Novedades educativas, 2018. Educación Tecnológica. Ideas y Perspectivas. (Comp.) Susana Leliwa, Orta Klein y otros Ed. Brujas, 2017.
Ministerio de Educación de Nación: Módulos Jornada Extendida; Serie Cuadernos para el aula 1º y 2º Ciclo (2006- 2007), Desarrollo de Capacidades EGB 3 (2003-2010), Propuestas para el Aula (2000-2001).
Publicaciones para alumnos en Editoriales Tinta Fresca, Novedades Educativas, Longseller y Aique.

adopción de una determinada tecnología y que repercuten en las personas y en los sistemas artificiales.
Finalmente presentamos algunas ideas para seleccionar materiales educativos y el diseño didáctico de las clases en relación con el cambio técnico.
Palabras clave: cambio tecnológico, educación tecnológica, enfoque socio-técnico

Solemos pensar que el cambio tecnológico se produce porque las tecnologías se modifican, avanzan, progresan irremediablemente y debemos adaptarnos a ellas. A esto se lo suele denominar “determinismo tecnológico”. También es posible que creamos que lo que cambia es la sociedad desarrollando nuevos modos de producir, comunicarse o trasportarse y esto requiere de nuevos medios tecnológicos. Lo que podría enmarcarse en un “determinismo social”. Considero necesario que los estudiantes de nivel secundario, los futuros docentes y los docentes en ejercicio desarrollen el pensamiento crítico de-construyendo estos pre-conceptos en relación con los procesos de cambio tecnológico. Es común hablar de invención, avance o innovación cuando nos referimos al cambio tecnológico, veamos cómo se definen:

Concepto	**Definición**	**Característica clave**
Invención	Creación de algo nuevo, artefacto o procedimiento que no existía antes.	Existe sólo como propuesta o prototipo; aún no se transforma en prácticas.
Avance técnico	Mejora o perfeccionamiento de una técnica o artefacto existente.	Optimiza lo existente; puede o no ser adoptado ampliamente.
Innovación tecnológica	Aplicación efectiva de una invención o avance técnico que genera cambio en prácticas, procesos o productos, con impacto social, económico y/o cultural.	Implica adopción y efecto real en el entorno; transforma la manera de hacer o usar algo.

Como puede apreciarse en este cuadro se plantea la idea de invención en primer lugar, pero ¿es posible crear algo nuevo desde cero? En realidad es común que se

patenten inventos similares en un mismo tiempo procedentes de distintos "inventores". Esto es así porque en un mismo tiempo cultural hay conocimientos y desarrollos que están produciéndose y esto desemboca en nuevos materiales, artefactos, procedimientos y/o sistemas que van cambiando a medida que se desequilibra un sistema técnico.

Los avances tecnológicos pueden ser pensados desde las ideas de Gilber Simondon. En su libro "El modo de existencia de los objetos Técnicos" (1954 original, 2013) cuando se refiere a la evolución de los artefactos no lo relaciona con una selección natural como en la biología. Los artefactos no evolucionan de forma similar a la naturaleza[48]. Más bien, plantea que los objetos técnicos se transforman al resolver tensiones internas de diseño y funcionamiento, en diálogo con el medio humano y natural.

El autor cuando describe el cambio, sostiene que los objetos técnicos no evolucionan de manera lineal ni por acumulación de mejoras sino mediante un proceso de concreción. La "concreción técnica" consiste, según el autor, en que los artefactos tienden a integrar sus funciones en un conjunto más coherente y autónomo, reduciendo partes redundantes o conflictivas. En una máquina antigua cada componente cumple una función aislada, mientras que en una máquina más evolucionada las funciones se articulan en un sistema más eficiente y estable, simplificando los procedimientos de uso del artefacto.

El quehacer tecnológico de captar, guardar y reproducir información de imágenes se ha desarrollado a lo largo de muchos años de manera diversa. El soporte técnico más utilizado por las personas, desde el siglo XIX, fueron las cámaras fotográficas. Tomaremos como ejemplo de "concreción técnica" la trayectoria de las cámaras fotográficas. No desarrollaremos aquí qué pasó con el cine que es otra historia.

[48] Charles Darwin (1859), en su trabajo sobre "El origen de las especies", introdujo el concepto "evolución" para referirse al mecanismo de selección natural como motor de cambio en las especies.



Epígrafe: Un ejemplo de concreción técnica: la fotografía

Las primeras cámaras de Daguerre[49] eran “abstractas” en el sentido simondoniano. Tenían un cuerpo de madera, una lente sencilla, un fuelle y una placa fotosensible que se colocaba al fondo de la caja. La cámara solo era un “soporte” para mantener en posición cada componente. El fotógrafo debía intervenir manualmente en casi todo: preparar la placa, exponerla, revelarla. Cada función estaba distribuida en partes externas y separadas.

En las cámaras portátiles Kodak (finales del XIX – inicios del XX) los procesos se integran: carrete enrollable en lugar de placas sueltas, caja más compacta, visor incorporado. Aquí aparece la concreción: un único cuerpo que integra transporte de película, exposición y enfoque más automatizado. El usuario ya no necesita dominar las operaciones de exposición a la luz, el enfoque e incluso la química del revelado lo asume Kodak.

Más tarde, las cámaras réflex y análogas del siglo XX, concretan aún más funciones: el sistema de espejos y pentaprisma permite usar el mismo objetivo para enfocar y fotografiar, unificando funciones que antes requerían mecanismos separados. El obturador, la sensibilidad de la película, el avance automático, se integran armónicamente. Los fotógrafos de estudio donde las personas iban a

[49] Daguerre inventa el daguerrotipo para la captura de imágenes, procedimiento fotográfico cuya práctica se volvía más fácil, dado que el tiempo de exposición no era mayor que de algunos minutos.

fotografiarse van desapareciendo y se crean nuevos trabajos como el fotógrafo social y el periodista gráfico.

En las cámaras digitales (finales del XX en adelante) el sensor electrónico sustituye la película fotosensible y el proceso químico. La pantalla permite visualizar inmediatamente la imagen, integrando toma y verificación. Procesos que antes eran externos (revelado, copia, retoque) ahora están dentro del mismo aparato (software interno de corrección de color, balance de blancos, reducción de ruido). Sólo es necesario bajar las fotos a un procesador (computadora) para guardar y/o enviar a otro destino.

Hoy en día, el teléfono inteligente lleva esta concreción al extremo: el módulo de cámara es inseparable del procesador, la memoria y las funciones de comunicación. Una sola pieza cumple múltiples funciones técnicas y sociales.

Hasta aquí hemos seguido la trayectoria de una tecnología como lo es la fotografía. Será interesante ampliar la mirada e identificar relaciones, procesos y trayectorias de los objetos y sistemas técnicos incluyendo a los actores participantes. ¿Quiénes se quedaron sin trabajo cuando Kodak ofrece una cámara más sencilla de utilizar y se hace cargo del revelado y copia de las fotos obtenidas? ¿Cómo se ilustraban los diarios antes de que aparecieran los fotógrafos periodísticos? Hoy en la TV se suelen proyectar videos realizados con un teléfono por el público general. ¿Cómo modifica esto la forma de producir y transmitir noticas? ¿Quiénes se benefician con los cambios tecnológicos adoptados? ¿Estos cambios permiten el acceso igualitario y democrático de las personas?

Nos interesa que los alumnos establezcan relaciones entre los medios técnicos y los cambios en la vida de las personas. Proponemos abandonar la representación de una sociedad cuya existencia es independiente de lo tecnológico y abordar los procesos de cambio a través del enfoque socio-técnico.

Bruno Latour (2008) plantea que el análisis de una acción técnica permite reconocer las “mediaciones” implicadas: artefactos, procedimientos y conocimientos de las personas.



Si entendemos que las acciones técnicas implican la articulación entre: los procedimientos o programas de acción, los soportes o artefactos técnicos utilizados (sean físicos o virtuales) y los conocimientos necesarios, podremos abordar con los alumnos cómo el cambio en cada uno de los componentes repercute en los otros.

Un concepto clave es el de "tecnificación" que incluye la idea de "delegación" de los "programas de acción" en los soportes técnicos o artefactos, en los sistemas y en la reorganización de las tareas. En los procesos de cambio técnico primero se delegan las operaciones físicas, luego la energía y finalmente los programas de acción se incluyen y articulan en las máquinas. La automatización y el desarrollo de la robótica es un ejemplo de esta última.

Los procesos de cambio se relacionan con una serie de dinámicas de problemas – solución y de agencias que inciden en la adopción de una determinada tecnología que repercuten en las personas y en los sistemas artificiales (Thomas y Buch, 2008).

Pensemos cómo trabajar estas relaciones en el aula sobre el cambio tecnológico. Seleccionamos alguna actividad técnica y miramos los cambios que se produjeron en distintas épocas y cultura. Algunas preguntas nos pueden servir de guía: ¿qué procedimientos estamos delegando en el soporte físico o el software cuando lo utilizamos para realizar una tarea? ¿Qué conocimientos necesitamos para lograr una respuesta coherente en relación con nuestra demanda o necesidad al utilizar un nuevo artefacto? ¿Qué conocimientos y/o procedimientos dejamos de aprender o de utilizar cuando delegamos las acciones en los artefactos?

Hoy se incluye la IA - mal llamada inteligencia artificial - en los artefactos y en las tareas cotidianas. Incluso se propone explorar con los chatbots en el aula. Suele producir fascinación la "humanización" de las estas tecnologías al posibilitar una "conversación" en un lenguaje cotidiano: "le preguntas y te contesta". Sabemos hoy que lo que contesta el chat es falible. Que obtiene información de la Web y la procesa en instantes.

Será interesante que los docentes junto a los alumnos analicen ¿qué procedimientos son necesario realizar cuando se le pregunta o se le pide alguna tarea al chat? ¿Qué conocimientos son necesarios para utilizar los chats? ¿Qué son los prompts? ¿Se está desarrollando aprendizaje con el uso de estas plataformas? ¿De qué tipo? ¿Qué procedimientos se están delegando en el chat cuando lo utilizamos? ¿La IA contribuye a la democratización y el acceso a las tecnologías?

Les proponemos el desafío de producir y seleccionar materiales educativos y el diseño didáctico de las clases para los diferentes niveles del sistema educativo en relación con el cambio técnico y el desarrollo del pensamiento crítico.

Bibliografía

- Latour, B. (2008), Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor- red, Buenos Aires, Manantial.
- Thomas, H. y Buch, A. (2008) Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología, Bernal, UNQ.
- Richar D. y Orta Klein, S. (2017) Aportes de los estudios sociales a la Educación Tecnológica, en Leliwa, S. (Comp.) "Educación tecnológica. Ideas y perspectivas", Córdoba, Ed. Brujas.
- Simondon, G. (2013) "El modo de existencia de los objetos técnicos", Buenos Aires, Prometeo.

11. LA NOCIÓN DE INTERFAZ COMO CLAVE PARA LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL CRÍTICA

Sebastián Agustín Torrez[50]

Resumen

El presente artículo parte de un diagnóstico de los principales problemas para abordar la noción de interfaz en la cultura digital contemporánea. El objetivo es desnaturalizar la noción de interfaz y dar herramientas conceptuales que habiliten estrategias pedagógicas de alfabetización digital crítica. La indagación propone una ponderación de las limitaciones de los abordajes metafóricos y de la dispersión polisémica de las definiciones amplias. Luego se otorgan claves filosóficas sobre la relación interfacial inspiradas en Gilbert Simondon. Finalmente, se integra esto a la Teoría del actor-red de Bruno Latour. Como hilo conductor se toma como eje el caso de la interfaz de la pantalla del celular.

Palabras clave: Interfaz; Alfabetización digital crítica; Simondon; Latour.

Naturalización, metaforización y polisemia de las interfaces

Es un lugar común entre los diseñadores de experiencias de usuario la idea de que una interfaz tiene que ser de tal modo que debe causar en quien la utiliza un efecto lo más inmediato e irreflexivo posible. Dicho de otra manera, en ciertas áreas del diseño, la interfaz debe ser como un chiste, porque si hay que explicarlo no es un chiste. Desde esta óptica, si hay que detenerse a pensar lo que es una interfaz mientras usamos el celular, eso no sería una interfaz o, al menos, no funcionaría como una interfaz.

Lo anterior es representativo de un primer nivel acrítico al que nos predisponen diversas tecnologías en relación a sus interfaces. Están diseñadas para ser superficies que median muchas de nuestras acciones como usuarixs pero sin que

[50] Sebastián Agustín Torrez (1984) es Doctor en Filosofía y Magíster en Tecnología, Políticas y Culturas por la Universidad Nacional de Córdoba. También es profesor de “Sociología de la cultura digital” en la Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Provincial de Córdoba. Ha realizado investigaciones de campo y teóricas sobre la noción de interfaz. Participa en las actividades de la Red Federal de Filosofía de la Técnica y del grupo Dédalus de pensamiento sobre la técnica. Email: sebagustorrez@gmail.com

las atendamos a ellas. Atendemos a contenidos y acciones habilitados por las interfaces sin atender tanto a las interfaces en sí y a sus efectos sobre nosotros.

Sumidos en la cultura digital contemporánea, trabajamos, educamos, aprendemos, jugamos, nos comunicamos, en fin, vivimos en contacto directo con muchas interfaces que, sin embargo, no atendemos de manera crítica. Sin ir muy lejos de lo que tenemos a mano, pensemos en la pantalla táctil de nuestros celulares y podremos constatar que estamos a dos breves y fugaces pasos de olvidar la interfaz con la que más interactuamos a diario. Primer paso, realizamos alguna acción (presión de un botón lateral, sacudir el teléfono) que enciende la pantalla: el espejo negro se ilumina, vuelve a ser una superficie que demanda nuestra atención unificada al gesto casi inmediato de desplazar el dedo sobre ella. Segundo paso, el primer toque casi irreflexivo queda en evidencia parcialmente porque la pantalla nos solicita dibujar un patrón de desbloqueo y ahí realizamos quizás el último movimiento mínimamente reflexivo. Dibujar un patrón es la mismo tiempo desbloquear la interfaz. De ahí en más, hay una suerte de complementación o armonización con la interfaz que la vuelve casi invisible.

Nos olvidamos de que hay una superficie de conexión con el celular tal como nos olvidamos de la llave de la puerta una vez que ingresamos a la casa o una vez que arrancamos el auto o la motocicleta. Y la alusión a la llave nos remite a una figura mitológica, el dios romano Jano. Se trata de un dios que tiene atributos específicos por los que se merece ser llamado, según Branden Hookway (2014), el dios de las interfaces. Encontramos alusiones a Jano en Los calendas de Ovidio. Jano es el dios de los comienzos, y de los finales, el dios de las puertas, tiene dos caras y porta en una de sus manos una llave. Estos atributos seguramente fueron decisivos cuando Julio César reformó el calendario romano (que en la antigua Roma comenzaba en marzo) para hacer del primer mes a enero en honor a Jano, cuyo día específico es el primero de enero. Así como Jano, la interfaz está en un entre, en un punto equidistante entre el pasado y el futuro, entre antes de tocar la pantalla y después que la tocamos.

Más allá de su inevitabilidad, la interfaz tiende a borrarse aunque las veamos y a escurrirse de nuestras manos más allá que las estemos manipulando. Por otro lado, las interfaces están presentes con muchas variantes en distintos tipos de pantallas (computadoras, tablets, cajeros automáticos, pantallas táctiles de ascensores,

diversas terminales de autoservicio) y también como superficies de interacción con distintos formatos (teclados, joistics, botoneras, perillas, palancas de cambio) que forman parte de diversos artefactos, medios de movilidad, edificios y mobiliarios de nuestro mundo cotidiano.

Esta multiplicidad de materialidades o estructuras que funcionan como interfaces llevan a su naturalización; están casi todo el tiempo ahí, como las puertas, las calles, transitamos por ella dándolas por sentado, es algo normal, esperado, obvio. Pero al momento de intentar explicarlas pasa que las interfaces son tantas que nos las podemos enumerar y tienen relaciones específicas que es más fácil enseñar cómo utilizarlas que describir qué son. Esto último lleva a que se tienda a explicar a las interfaces con metáforas más que con explicaciones rigurosas.

Examinemos un ejemplo de metaforización de una interfaz para ver cómo es que al intentar comenzar a explicar las interfaces solemos hacerlo de modo indirecto asociándolas a aquellas cosas a las que se parecen. En 1970 Douglas Engelbat patentó un dispositivo de interacción con la computadora como “Indicador de posición x,y para un sistema de visualización”. Claro está que no fue ése el nombre con el que se popularizó sino como “mouse”. Esa palabra que refiere a la forma de un ratón tiene poco poder explicativo con respecto a la acción que realiza un dispositivo para situar un cursor en una pantalla en base a coordenadas cartesianas. Naturalizamos muy rápidamente que el “mouse” que desplazamos horizontalmente en la mesa o el escritorio envía señales que activan movimientos equivalentes, pero en el plano vertical, de la pantalla de la computadora. Ciertamente, una operación imposible de realizar hasta para el más entrenado ratón de laboratorio. Una vez que tomamos el mouse de la computadora y lo usamos ya no hay que explicarlo; hasta nos podemos referir a su apariencia aunque ésta poco tenga que ver con la función específica de dicha interfaz. En suma, el problema con las metáforas, más allá de su necesaria presencia en la vida cotidiana, es que dejan por fuera muchas características de aquello que quieren explicar y ello sucede con gran frecuencia en el caso de las interfaces.[51]

[51] En Argentina, Carlos Scolari (2021) ha realizado una sistematización pionera de las metáforas de la interfaz en su libro *Las leyes de la interfaz*. Con respecto a un estudio sobre el rol cognoscitivo de las metáforas puede consultarse la obra de Lakoff y Johnson (2009) *Metáforas de la vida cotidiana*.

Y finalmente, quien busque la definición de “interfaz” en el Diccionario de la lengua española encontrará detallado tanto su origen etimológico como dos acepciones muy amplias que deben ser ampliadas para poder contribuir a la alfabetización digital crítica:

> Del ingl. *interface* 'superficie de contacto'.
>
> 1. f. Conexión o frontera común entre dos aparatos o sistemas independientes.
>
> 2. f. *Inform*. Conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones. (Real Academia Española, s. f. a)

Con respecto al origen etimológico, cabe destacar que en su versión inglesa, el término “interface” no es sólo un sustantivo femenino (interfaz) como recogen las dos acepciones en español sino que también es un verbo (*to interface*). Por lo tanto, es importante advertir que “interfacear” es un tipo de acción propia de una interfaz. La tarea crítica en relación a la interfaz implica no sólo detectar o ubicar ese lugar o frontera común donde se da una conexión sino en avanzar en la descripción de la relación interfacial que ahí ocurre. Explicar a las pantallas táctiles de los celulares como “superficies de contacto” nos dice poco sobre qué relaciones ocurren entre esa parte del celular y nuestro accionar dactilar.

Además de lo anterior, la definición de interfaz otorgada por el Diccionario de la lengua española abre a una polisemia del término “interfaz” que dificulta su estudio crítico. Hay muchas cosas que efectivamente pueden ser una interfaz analógica o digital. Basta pensar en la multiplicidad de objetos y sistemas (o sus partes) que están conectados para sentirnos tentados en abandonar la tarea de buscar un pensamiento unificado sobre las interfaces. A esto se suma una tendencia en el ámbito de las diversas producciones científicas o críticas donde lxs pensadorxs suelen usar la palabra “interfaz” porque, según Felipe Rivas San Martín, “se ha vuelto un apalabra atractiva, popular, al usarla parece que quisiéramos contagiarnos de la tecnicidad y el tono de actualidad con el que se asocia” (2022, p. 289). Ante esto, también podemos vernos ante la tentación de dar ejemplos de interfaces o de conexiones antes que indagar en lo que ellas (nos) hacen (hacer).[52]

[52] Hay un guiño aquí a la noción de *actante* de la Teoría del actor-red (TAR) de Bruno Latour (2008). Volveré más adelante sobre ciertas características de las interfaces que se pueden analizar desde la TAR también como medios para producir lo social, a veces intermediarios y a veces mediadores.

En suma, interactuamos constantemente con interfaces y gran parte de nuestra vida cotidiana depende de que las conexiones que ellas realicen sean efectivas pero, al mismo tiempo, poco sabemos de ellas. A su vez, los intentos de definición o acercamiento teórico suelen tener limitaciones: ya sea porque las explicamos como una metáfora, ya sea porque utilizamos un sentido muy específico dentro de la amplia variedad polisémica o ya sea porque los estudios críticos en distintas áreas usan "interfaz" como parte de su discurso, pero sólo para adoptar un estilo moderno y actualizado. Sin embargo, el mundo actual podría ser habitado de una manera más crítica si pudiéramos avanzar en una alfabetización digital que tome como uno de sus ejes la reflexión sobre las relaciones interfaciales en las que se co-constituyen en un flujo constante las subjetividades, las técnicas y los más diversos elementos de nuestro ecosistema.

La interfaz como relación previa a la técnica

Para acercarnos a pensar las interfaces como un tipo de relación más que como múltiples tipos de cosas resulta útil revisar cómo surge el término en diversos estudios científicos orientados a relaciones que se dan de modo natural tanto en elementos inertes como en formas de vida microscópicas. Los estudios del comportamiento del agua en la física de fluidos, por un lado, y de las membranas celulares, por el otro, otorgan nociones claves para pensar las relaciones interfaciales en ámbitos que preceden o no suponen necesariamente a la técnica.

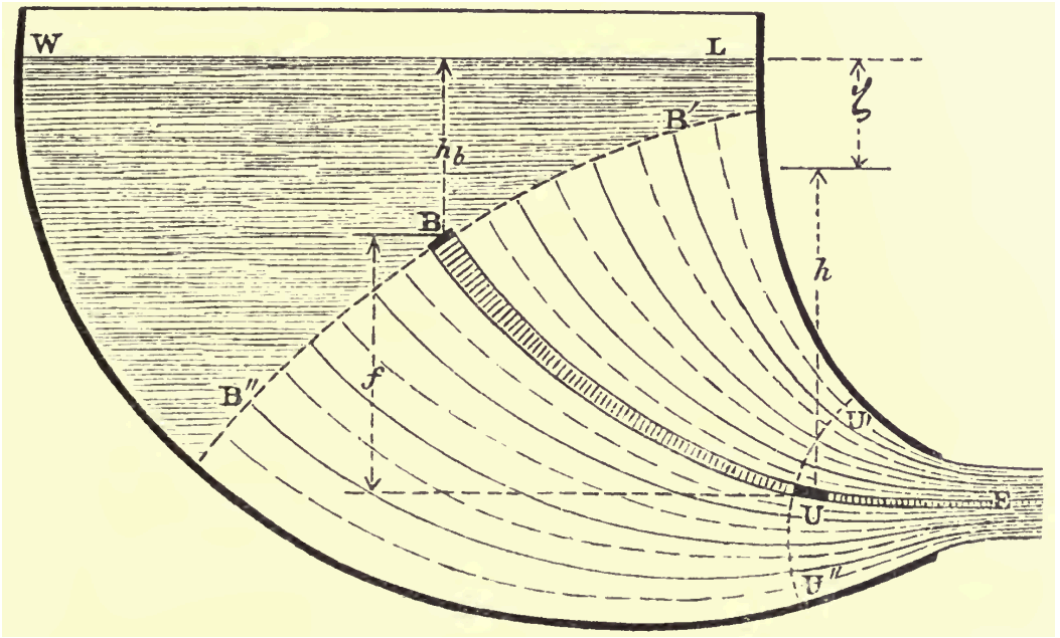
¿Qué tendrá que ver una botella de agua pinchada con las interfaces? Aunque la primera respuesta rápida sería afirmar que nada tienen que ver, la Física de fluidos ha establecido hace ya casi 150 años que tienen mucho que ver. En el año 1876 el físico inglés James Thomson publica un estudio que traducido se titula "Investigaciones mejoradas sobre el flujo de agua a través de orificios con objeciones a los modos de tratamiento comúnmente adoptados". En ese artículo, Thomson expone una teoría para describir cómo se comportaba una masa de agua contenida en un recipiente cuando se realizaba un orificio en la parte inferior del mismo. Luego de muchos experimentos, observaciones y cálculos pudo explicar con las herramientas conceptuales de la física de fluidos cómo se comportaba esa masa líquida en su paso del estado de reposo al de movimiento. Y es justamente en esa

descripción del inicio y la continuidad del flujo donde se aplica por primera vez la noción de interfaz en un ámbito científico.

Básicamente, hay dos modos de interfaz en una masa líquida que comienza a desplazarse. Para ilustrarlo, insertamos a continuación la Figura 1 con el gráfico original utilizado por James Thomson.

Figura 1

Diagrama de la interfaz de James Thomson publicado en 1876



Nota. El gráfico representa el modo en que se desplaza una masa de líquido hacia un orificio. Las líneas B'' B B' y U'' U U' son interfaces. La zona de líquido entre el nivel superficial WL y la interfaz B'' B B' es estática. La zona de líquido entre la interfaz B'' B B' y el punto E es dinámica. Tomado de Thomson (1876/1912, p. 65).

Thomson llama a B'' B B' interfaz inicial (1876/1912, p. 66). Luego de ella, se inicia el flujo hacia el orificio. En cierto modo, la línea B'' B B' es fija porque es la interfaz que marca el punto de desdoblamiento originario entre las dos zonas principales del líquido. Sin embargo, es un punto fijo que a su vez es una instancia de cambio de estado marcado que da inicio a un proceso de flujo. Sin la intervención de esa interfaz inicial, no hay desdoblamiento. Pero éste no es el único modo en que puede operar una interfaz.

A diferencia de B'' B B' que es la única interfaz inicial fija, U'' U U' es una interfaz móvil y múltiple. Según el autor, U'' U U' es otra interfaz que cruza las líneas de la

corriente en cualquier lugar de la región de flujo (Thomson, 1876/1912, p. 65). Así, Thomson brinda una explicación de la interfaz en su carácter móvil en un flujo. Las interfaces del tipo U'' U U' están presentes en cada uno de los cambios de velocidad y de dirección del flujo. Podemos asociar la descripción de Thompson a lo que sucede con el flujo de agua dentro y fuera de una regadera. Al inclinar la regadera y dejarla vertiendo agua, en su interior hay una parte del líquido que permanece estático. A partir de la interfaz inicial B'' B B' el líquido ingresa en una zona móvil hasta salir. Dentro de la regadera, los cambios de velocidad del flujo del líquido luego de la interfaz inicial B'' B B' se van dando en las sucesivas líneas, interfaces móviles del tipo U'' U U'. Y cuando finalmente salen pequeños chorros de agua por los orificios de la enredadera los mismos describen una curvatura particular. En cada cambio de esa curvatura hay interfaces móviles U'' U U' que indican los lugares donde la parte precedente y posterior del flujo se diferencian dando lugar a una modificación en la forma de cada chorrito.

Pensado de esta manera, podemos aplicar esas ideas de la física de fluidos para pensar lo que sucede con la pantalla del celular. Así como un agujero en una botella o la inclinación de una regadera inician un flujo en un punto que se llamaría interfaz inicial, lo mismo sucede al encender la pantalla. En su momento inicial, la interfaz está en ese punto B'' B B' que marca el cambio de estado de la relación entre los contenidos del celular y nuestro accionar sobre ellos. Para que el estado del celular cambie, hay que tocar por primera vez la pantalla. Ahí está en su momento inicial, básico, inevitable.

Pero luego se suceden muchas mediaciones específicas de la interfaz que hacen que todos los tipos de movimiento que realizamos con los dedos sobre ella hagan modificaciones en el flujo de contenidos digitales. Estamos ante interfaces como las que Thomson llama U'' U U'. Este carácter de estar inserta en un flujo también lo podemos ver cuando operamos la ventana de reproducción de un video en una plataforma de streaming (dicho sea de paso, la etimología de streaming lleva a la idea de flujo, stream es arroyo). Luego de seleccionar un video y darle play, los íconos de control (play, pausa, adelantar, atrasar, subtítulos, etc.) se ocultan. Pero a la vez, la interfaz para operar sobre el video siguen estando como posibilidad aunque no visibles. Tocamos la pantalla (o movemos el mouse) y reaparecen los

controles que nos permiten hacer cortes en el flujo (pausar), hacer saltos en el flujo (adelantar, atrasar), acelerar el flujo.

Este modo de operar de las interfaces puede tener lugar en muy diversas configuraciones materiales. Una palanca de cambios en un vehículo en combinación con el embrague son un tipo de acción que separa y acopla engranajes durante un flujo de marcha. Este mecanismo está unificado y desapercibido en los vehículos con cajas automáticas pero la operación de intervención en el flujo es la misma. Por tal motivo, sostendremos aquí que una forma de comenzar a indagar críticamente sobre las interfaces es pensarlas como una forma de relación. Y para pensar las relaciones es útil separarnos de los ejemplos tecnológicos y poner foco en casos como el que describe Thomson. En la naturaleza, sin la intervención humana, hay cascadas que nos asombran y cuyos flujos se explican por la sucesión de múltiples interfaces U'' U U'. Así como también hay reservorios de agua entre las rocas donde la erosión crea un orificio por el que se comienza a desplazar y esto hace surgir más cerca de la superficie una interfaz inicial B'' B B' . A esta forma de relación pre-técnica de las interfaces es necesario atender para pensar esas características que seguirán presentes en las relaciones interfaciales cuando se las inserte en creaciones técnicas.

Hay otras características de las relaciones interfaciales que también se encuentran presentes en la naturaleza. Pasaremos ahora del ámbito de los elementos físicos abióticos como el agua al de los elementos biológicos para reflexionar sobre las interfaces desde lo que sucede a nivel microscópico. Nos referiremos específicamente a una parte de las células, su membrana:

> también llamada membrana citoplasmática, se encuentra en las células y separa su interior del medio exterior que las rodea. La membrana celular consiste en una bicapa (doble capa) lipídica que es semipermeable. Entre otras funciones, la membrana celular regula el transporte de sustancias que entran y salen de la célula. (Genome, s. f.)

Estas características funcionales de la membrana celular pueden ser asociadas a las características de la relación interfacial.[53] Hay tres aspectos que se pueden rescatar. En primer lugar, la localización espacial de la membrana en un *entre* que se da en el punto intermedio entre un medio interno y un medio externo. La *entreidad*, la

[53] Este reconocimiento de los antecedentes de la noción de interfaz asociados a la dinámica operacional de la membrana celular también es señalado por Rivas San Martín (2022).

condición de estar entre dos cosas, es otra de las características principales de la interfaz. Y de aquí se deriva otra clave; siempre que se piensa en las interfaces es de gran utilidad identificar aquellas cosas, sistemas, partes, etc. que están a cada lado de ese punto medio que es la interfaz. Una interfaz está siempre *entre entidades limitantes*. La pantalla de un celular está entre el exterior del dispositivo y sus capas internas.

En segundo lugar, a la membrana celular se asocia una duplicidad constitutiva de una doble superficie que, a su vez, puede o no ser traspasada; lo que la hace parcialmente permeable. Según la definición, "semipermeable" es "dicho de una membrana: que separa dos fases líquidas o gaseosas y deja pasar a través de ella algunos de sus componentes, pero no otros" (Real Academia Española, s. f.-b). Así, la semipermeabilidad celular remite a la condición ontológica y funcional de una entidad o sistema que actúa como una interfaz. La pantalla del celular no puede ser traspasada por el dedo pero sí recibir la presión y transformarla en impulsos eléctricos.[54]

En tercer lugar, a partir de la condición estructural u operativa de semipermeabilidad, surge la posibilidad de regulación o de control que puede ejercer la membrana por sobre aquello que transporta. Suele pasarse por alto que la posibilidad de control sobre una realidad interna de una entidad técnica depende de una apertura en su superficie. Gracias a ello, emerge en el límite superficial la posibilidad de una incidencia mutua entre lo externo y lo interno. Debajo de la capa protectora de cristal transparente, la pantalla del celular tiene dos capas más. Luego sigue una capa táctil, capacitiva o resistiva, que detecta el toque de nuestros dedos y genera un input de información. A esta le sigue una capa de visualización (LCD u OLED) que muestran las imágenes. Tomadas de forma combinada, las capas de la pantalla tienen una función de regulación de la entrada o salida de información ya sea combinando píxeles para mostrar imágenes o cerrando circuitos sobre sensores táctiles para ingresar información. Una especie de membrana semipermeable digital.

Tal como lo ha reconstruido recientemente Rivas San Martín (2022), el descubrimiento de la membrana celular semipermeable data de fines del siglo XVIII.

[54] Esta característica ha sido descripta por Cristina Sá (2019) bajo un concepto que se podría expresar en castellano con el neologismo de "transaparencia"; esto es la característica de ser transparente y aparente a la vez, como un cristal que es al mismo tiempo espejado, que refleja una apariencia, una aparición, y que tiene un grado de transparencia hacia algo que está más allá de su superficie.

Específicamente, en el año 1748, el físico y sacerdote Francés Jean-Antoine Nollet (1700 – 1770) descubrió la característica de semipermeabilidad del tejido de una vejiga de un cerdo. Esta última fue llenada de alcohol y puesta en un recipiente con agua. Luego de unas horas comprobó que la membrana era semipermeable porque la vejiga había aumentado su tamaño: "una cantidad de agua había ingresado dentro de ella traspasando la superficie de la vejiga" (Rivas San Martín, 2022, p. 284).

Teniendo en cuenta las precisiones antes introducidas, es posible suponer que son justamente esas características relacionales implícitas en la membrana las que conducen a su uso metafórico en relación a las interfaces. Un ejemplo de tal uso metafórico se encuentra en *Las leyes de la interfaz* de Carlos Scolari quien afirma que "la interfaz no sólo separa: permite que ciertos elementos (moléculas, partículas) atraviesen esa *membrana* [énfasis agregado] tal como sucede durante el proceso de ósmosis" (2021, p. 22). Aunque brindan un primer acercamiento, la desventaja de este tipo de definiciones es que el paso del tiempo y los cambios tecnológicos llevan a enfatizar unos aspectos de la metáfora por sobre otros. Como el mismo Scolari lo reconoce, la metáfora asociada a la interfaz rápidamente dejó de ser la membrana:

> En unas décadas la interfaz pasó de ser una membrana que separaba dos sustancias a un puente, una pieza de *hardware* que transporta datos entre dos sistemas. ¿Cuál es la mejor interfaz desde la perspectiva de esta segunda metáfora? La mejor interfaz es el dispositivo técnico que transfiere información de manera más rápida, sin perderla ni introducir ruido durante la transmisión. La interfaz como oleoducto de datos. (2021, p. 23)

De esta manera, las características de la membrana que se podían comparar con las de la interfaz parecen quedar inmediatamente fuera de consideración. Parecería que ahora la interfaz es un oleoducto de información digitalizada y no una membrana. Por eso, si bien las metáforas pueden brindar un primer acercamiento a la noción de interfaz, hay que tener en cuenta tanto su utilidad como sus límites en procesos de alfabetización digital crítica.

Una metáfora puede ser útil porque, tal como lo indica Thomas Erickson (1995), si las interfaces gráficas de usuario de los sistemas operativos computacionales están correctamente diseñadas en tanto metáforas funcionales, pueden servir como modelos naturales para manipular eficientemente sistemas cuya complejidad técnica no entendemos; por ejemplo, la metáfora del escritorio contribuye en la operación de

computadoras sin entender su funcionamiento interno. El autor se basa en la convicción de Lakoff y Johnson (2009), según la cual, las metáforas organizan nuestros modos de pensamiento y de vida en tanto funcionan como modelos naturales que nos permiten partir de nuestro conocimiento de las experiencias y objetos concretos que nos son familiares para usarlos para dar estructura a conceptos más abstractos (Erickson, 1995, p. 66).

Sin embargo, por esa misma razón, las metáforas son limitadas ya que, al mismo tiempo que explican una cosa en términos de otra para conseguir los resultados prácticos esperados, ocultan a nuestro entendimiento una parte de la realidad que queda sin definir (Lakoff & Johnson, 2009, p. 46). Justamente, ésa es una de las razones por las cuales las interfaces de usuario en el ámbito de la computación han sido criticadas como una causa de alienación en relación a la técnica (Quintanilla et al., 2017). Así, más allá de los fines prácticos inmediatos, el poder explicativo de las metáforas es provisorio, se ancla a una relación particular con un tipo de objeto y está fuertemente vinculado a un determinado contexto histórico y cultural. Una de las maneras de abordar un proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las interfaces es combinar un conocimiento técnico básico sobre las estructuras materiales y/o lógicas de los sistemas en los que se insertan las interfaces. Es necesario rescatar que algunos estudios científicos como la física de fluidos y la química orgánica tienen tratamientos específicos de interfaces. Se puede recurrir a dichos estudios para rescatar aspectos de las interfaces que son pre-técnicos pero equiparables a funciones interfaciales en el ámbito de la técnica. Tal proceso, evitaría caer en descripciones puramente metafóricas. A todo ello, se pueden agregar precisiones provenientes de la Filosofía y la Sociología de la Técnica que ayudan a delimitar teóricamente el concepto de interfaz.

La interfaz en la filosofía y en las relaciones socio-técnicas

No es el objetivo de este artículo exponer la teoría filosófica o sociológica sobre la interfaz porque tal teoría unificada aún no existe y porque ello excedería los límites de una presentación introductoria. Sin embargo, diremos que en la obra del filósofo francés Gilbert Simondon se encuentra implícita una teoría crítica de la interfaz aun cuando sus reflexiones sobre la técnica hayan sido desarrolladas en una época previa al auge de las actuales interfaces digitales. Cabe destacar que Gilbert Hottois

(1994) se ha referido a Simondon como “el filósofo de las interfaces” y que Carlos Scolari (2021) se hace eco de esta atribución.

Lo primero a destacar en el pensamiento de Simondon es el reconocimiento de que las relaciones son reales. Aunque parezca obvio, darle un estatus de realidad a la relación que hay entre dos cosas o entidades es muy importante para un estudio de las interfaces. El realismo relacional está expresado en Simondon en la idea de que si hay una relación entre A y B, la relación misma entre A y B es tan real como los términos que relaciona. Dicho de otra manera, si A y B están relacionados, existe R que es la relación entre A y B y que es tan real como A y B. En *La individuación a la luz de las nociones de forma e información*, Simondon expresa su realismo relacional del siguiente modo: “la relación sería un vínculo tan real e importante como los términos mismos; se podría decir en consecuencia que una verdadera relación entre dos términos equivale de hecho a un vínculo entre tres términos” (1958/2015, p. 69). Por nuestra parte, consideramos que una indagación crítica sobre las interfaces implica reconocer simondonianamente su realidad como forma de relación.

Simondon también ha reflexionado detenidamente sobre cómo es la *entreidad* propia de una relación rescatando el término griego *μεταξύ* para referirse a diversas formas espacio-temporales intermediarias en procesos relacionales. Simondon también llama ‘operación’ a la relación que ocupa el espacio-tiempo intermedio entre dos estructuras o entidades en relación y dice que: “la operación [relación] es un *μεταξύ* entre dos estructuras y es sin embargo de una naturaleza distinta que toda estructura” (1957–1958/2015, p. 472). Al decir que es de una naturaleza distinta le da una entidad propia en el marco de un realismo relacional; el *μεταξύ* es lo que está entre A y B cuando se relacionan. Cabe destacar que el término griego μεταξύ es, en su primera acepción, un adverbio de lugar o de tiempo que significa respectivamente “en medio” o “mientras” (Sociedad Española de Estudios Clásicos, s.f.). Μεταξύ también admite la sustantivación, por lo cual Simondon se está refiriendo aquí a la operación como *el en medio*, *el intermedio* o *el mientras* con respecto a dos estructuras o entidades que entran en relación. Simondon ya había empleado el término en “Cibernética y filosofía” de 1953 aclarando el significado de “*μεταξύ*” como “entre” y “en el intervalo” (1953/2018, p. 67). Esta idea de *μεταξύ* nos otorga

una herramienta conceptual para explicar lo que son las relaciones interfaciales o las interfaces en tanto relaciones en un *entre*.

Otras formas de referirse a la entreidad en Simondon es la de una zona de interacción que se ubica en estructuras que reciben información pero que a su vez contienen información. Son zonas mixtas, tales como las pantallas de los celulares, donde se combina una información táctil que ingresa con una información o programación contenida en el celular que sólo se activa cuando hay un *input*. Así lo explica Simondon cuando aún no se habían inventado los teléfonos celulares:

> El receptor de información es una realidad que posee una *zona mixta de interacción* [énfasis agregado] entre las estructuras o energías locales y los aportes de energía incidente; esta *zona mixta de interacción* [énfasis agregado], si está en relación con la existencia de estados metaestables, confiere a la información incidente su eficacia, es decir la capacidad de iniciar en el receptor transformaciones que no se habrían producido allí espontáneamente por la acción de meros factores locales. (Simondon, 1962/2016, p. 141)

De manera sintética se podría afirmar que, a diferencia de un equilibrio estable, el equilibrio metaestable simondoninano se caracteriza por ser un estado tenso. Hay una energía, un potencial, que puede desencadenarse con la intervención de una energía débil. Así, la pantalla táctil como interfaz es una zona mixta de interacción en un receptor donde se desencadenan diversas operaciones informacionales.[55] Con esto, no hemos agotado toda la riqueza de la filosofía de Gilbert Simondon para pensar las interfaces, pero baste lo mencionado hasta aquí para dar una introducción a la forma de pensar esta tipo de relación tan presente en la cultura digital contemporánea.

Deseamos hacer una referencia breve a la Teoría del actor-red (TAR) de Bruno Latour (2008) porque en ella se encuentra otras claves teórico-metodológicas para pensar críticamente las interfaces desde un abordaje socio-técnico. Realizaremos una breve reconstrucción de dos conceptos centrales de la TAR para pensar las interfaces como medios por los que circula lo social: intermediarios y mediadores. Según Latour (2008), un *intermediario* es uno de los dos "medios para producir lo social" (p. 62), que se define como "lo que transporta significado o fuerza sin

[55] Para una reconstrucción de la relación entre las nociones de metaestabilidad e información de Simondon y su relevancia contemporánea, véase Blanco y Rodríguez (2015).

transformación: definir sus datos de entrada basta para definir sus datos de salida" (p. 63). Y lo asocia a la idea de "una caja negra que funciona como una unidad, aunque internamente esté compuesta por muchas partes" (p. 63). Otra característica es que "no importa lo *complicado* que sea un intermediario, puede representar, para todo propósito práctico, una unidad o incluso nada porque puede ser fácilmente olvidado" (p. 63). Un ejemplo de intermediario es "una computadora que funcione correctamente" (p. 63). Podemos pensar múltiples ejemplos de cajas negras muy complejas con las que nos relacionamos y a la vez olvidamos porque funcionan bien: la ya mencionada pantalla del celular, pero también, un *mouse* inalámbrico, una lapicera, un automóvil, etc. Todos ellos quedan invisibilizados mientras son de tal modo que no afectan a las metas de los programas de acción que integran.

En contraste, "los mediadores transforman, traducen, distorsionan y modifican el significado o los elementos que se supone que deben transportar" (Latour, 2008, p. 63). A diferencia de los intermediarios, en el caso de los mediadores, "sus datos de entrada nunca predicen bien los de salida; su especificidad debe tomarse en cuenta cada vez" (p. 63). Un mediador puede parecer muy simple, pero "puede volverse *complejo*; puede llevar en múltiples direcciones que modificarán todas las descripciones contradictorias atribuidas a su rol" (p. 63). Por esa razón, los *mediadores* "no pueden considerarse sólo como uno; pueden funcionar como uno, nada, varios o infinito" (p. 63). Así como la computadora que funcionaba bien era considerada un ejemplo de intermediario, si "funciona mal, puede convertirse en un mediador horriblemente complejo" (p. 63). Lo mismo puede suceder con respecto a la pantalla del celular cuando presenta fallas.

Esta posibilidad de que un intermediario pase a ser mediador –y viceversa– crea una "incertidumbre constante respecto de la naturaleza íntima de las entidades" (p. 63) que Latour (2005/2008) propone estudiar. Entonces, ¿cómo aborda la teoría del actor-red su objeto de estudio? Según Latour (2005/2008),

> para la TAR, no hay *ningún* tipo preferible de agregado social, hay una cantidad *interminable* de mediadores y cuando se transforman en intermediarios fieles esa situación no es la regla sino una *rara* excepción que hay que explicar con un trabajo extra, por lo general poniendo en juego aún más mediadores. (p. 65).

La TAR parte de nociones que describen una red sociotécnica, en principio, indeterminada, que permite que un actor exista en tanto tal. Pero esta teoría no sólo contiene una caracterización ontológica de su objeto de estudio, sino que también su misma terminología implica estrategias de investigación empírica que parten del supuesto de que "si lo social es un rastro, entonces lo social puede ser *re*-rastreado; si es un ensamblado, puede ser *re*ensamblado" (Latour, 2005/2008, p. 186). Esto no exime de una gran dificultad; "no hay nada más difícil de asir que los vínculos sociales. Lo social sólo es rastreable cuando está experimentando modificaciones" (p. 227).

En términos de la TAR de Latour, las interfaces serían uno de los tantos medios para producir lo social. A veces funcionan como intermediarios y otras como mediadores. También tienen agencia, son actantes, nos hacen hacer cosas. La pantalla del celular como interfaz es un tipo de relación de interacción que hace que una capa de vidrios, sensores táctiles y tecnología de iluminación led nos hagan tocar puntos específicos de la pantalla con uno o varios de nuestros dedos, nos hagan desplazar el dedo índice en diversas direcciones (arriba a abajo, abajo a arriba, derecha a izquierda, izquierda a derecha), nos hacen realizar un movimiento prensil entre el dedo índice y el pulgar, nos hacen alejar el índice del pulgar. Pero, ante todo, es un medio por el que circulan relaciones sociales complejas.

Vivimos en un contexto de capitalismo de plataformas, donde cada acción que realizamos se transforma en un dato que puede tener ser procesado para influir sobre nuestras próximas acciones. Cada vez que nos relacionamos con una interfaz podemos intentar hacer el esfuerzo de visibilizar su carácter de mediadora más allá de la apariencia de intermediaria. Se trata de un hábito crítico cada vez más necesario para realizar acciones soberanas en el ámbito de la cultura digital.

A modo de conclusión. Por más soberanía cognitiva con interfaces

El recorrido realizado ha intentado brindar una introducción al pensamiento crítico sobre las interfaces en el marco de la cultura digital contemporánea. Es necesario salir de la naturalización de las interfaces como un primer paso hacia una alfabetización digital crítica. Esto nos ayudará a ir más allá de las metáforas de las interfaces que predominan en un abordaje inicial.

Luego de esto, es posible adoptar diversas derivas de indagación sobre las interfaces. Los estudios científicos provenientes, por ejemplo, del ámbito de la física de fluídos o de la química orgánica pueden dar pistas sobre modos de indagar en relaciones interfaciales que pueden estar presentes en esferas previas a la técnica. A su vez, pueden ser una base para pensar en la interfaz como un tipo de relación tecnologizable.

Una vez que contamos con esas advertencias previas, es posible aplicar nociones teóricas y metodológicas de la Filosofía y de la Sociología de la Técnica. En este caso, hemos destacado la filosofía simondoniana de la interfaz y la interpretación interfacial de los mediadores/intermediarios en la TAR. Se trata sólo de un posible punto de partida para una tarea colectiva que nos debemos como sociedad. Esperamos que las interfaces se tornen un tema central en los próximos debates sobre alfabetización digital crítica ya que se trata de un espacio de disputa en el que se juegan el presente y el futuro de nuestra soberanía.

Bibliografía

- Blanco, J., & Rodríguez, P. E. (2015). Sobre la fuerza y la actualidad de la teoría simondoniana de la información. En J. Blanco, D. Parente, P. Rodríguez, & A. Vaccari (Eds.), *Amar a las máquinas: Cultura y técnica en Gilbert Simondon* (1a ed, pp. 95-120). Prometeo Libros.
- Erickson, T. D. (1995). Working with interface metaphors. En B. Laurel (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design* (pp. 65-74). Addison-Wesley.
- Genome. (s. f.). Membrana celular (membrana citoplasmática) [National Human Genome Research Institute]. *Glosario parlante de términos genómicos y genéticos*. https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Membrana-celular
- Hookway, B. (2014). *Interface*. The MIT Press.
- Hottois, G. (1994). Gilbert Simondon, entre les interfaces techniques et symboliques. En F. Tinland (Ed.), *Ordre biologique, ordre technologique* (pp. 72-95). Champ Vallon.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2009). *Metáforas de la vida cotidiana* (C. González Marín, Trad.; Octava edición). Cátedra.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: Una introducción a la teoría del actor-red* (G. Zadunaisky, Trad.). Manantial.

- Quintanilla, M. Á., Parselis, M., Sandrone, D. R., & Lawler, D. (2017). *Tecnologías entrañables: ¿es posible un modelo alternativo de desarrollo tecnológico?* Catarata.
- Real Academia Española. (s. f.-a). Interfaz. En *Diccionario de la lengua española* (Versión versión 23.6 en línea, 23.ª ed.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de https://dle.rae.es/interfaz
- Real Academia Española. (s. f.-b). Semipermeable. En *Diccionario de la lengua española* (Versión versión 23.6 en línea, 23.ª ed.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de https://dle.rae.es/semipermeable
- Rivas San Martín, F. (2022). Interfaz. En D. Parente, A. Berti, & C. Celis Bueno (Eds.), *Glosario de filosofía de la técnica* (pp. 284-290). La Cebra.
- Sá, C. (2019). Towards an Ontology of the Interface: Identifying the Interface as a Mediation Entity. *Leonardo*, *52*(5), 479-482. https://doi.org/10.1162/leon_a_01450
- Scolari, C. A. (2021). *Las leyes de la interfaz: Diseño, ecología, evolución, tecnología* (Segunda edición). Gedisa.
- Simondon, G. (2015). Allagmática (P. A. Ires, Trad.). En *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información* (1a ed, pp. 469-480). Cactus. (Obra original publicada en 1957–1958)
- Simondon, G. (2015). *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información* (P. A. Ires, Trad.; 1a ed). Cactus. (Obra original publicada en 1958)
- Simondon, G. (2016). La amplificación en los procesos de información (P. A. Ires, Trad.). En *Comunicación e información: Cursos y conferencias* (pp. 137-162). Cactus. (Obra original publicada en 1962)
- Simondon, G. (2018). Cibernética y filosofía [1953] (M. Martínez & P. Rodríguez, Trads.). En *Sobre la técnica (1953-1983)* (1a. ed. en castellano, pp. 37-68). Cactus. (Obra original publicada en 1953)
- Thomson, J. (1912). Improved Investigations on the Flow of Water through Orifices with Objections to the Modes of Treatment Commonly Adopted. En J. Larmor & J. Thomson (Eds.), *Collected Papers in Physics and Engineering* (pp. 56-87). Cambridge University Press. (Obra original publicada en 1876)

12. A LAS VUELTAS CON STEM

Néstor Darío Marinozzi[56]

Resumen

En la última década se promociona en nuestro país la importancia de la educación según el modelo STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, matemática) como propuesta de incorporación del mundo tecnológico —especialmente digital— al sistema educativo y como metodología para desarrollar conocimiento en estas áreas que, integradas, conforman una propuesta de énfasis en la enseñanza articulada y consistente que viene acompañada de propuestas didácticas diseñadas para el mismo fin.

Sin embargo, es posible revisar estas propuestas desde la perspectiva que originalmente les dieron vida, que es como política de estado de un país que la genera por el requerimiento de ciertos perfiles de formación necesarios para satisfacer las demandas de su mercado laboral.

Es en este contexto —y en pleno impulso desde distintos estamentos de las iniciativas STEM— resulta imperioso remarcar la necesidad de una Educación Tecnológica cimentada sobre firmes bases conceptuales que permita a la tecnología dialogar con las otras áreas del pensar y el hacer, en lugar de ofrecer un servicio meramente conectivo y siempre cambiante según las demandas externas.

A su vez se verifica como improrrogable la necesidad de repensar los aportes de la Educación Tecnológica en la formación ciudadana —mirando más allá de los apuros por cierto difuso *aggiornamiento* y encuadre en el escenario laboral— en términos de horizonte de soberanía tecnológica.

Palabras clave: STEM, estado, curriculum, Educación Tecnológica, política educativa

---

[56] Néstor Darío Marinozzi. Técnico Mecánico, Profesor de Matemática, Física y Cosmografía, Analista de Sistemas de Computación, Postítulo Universitario en Política Educativa y Gestión Institucional (UNR). Docente de Nivel Secundario y Superior. Coordinador y redactor de Diseño Curricular de Educación Tecnológica para la Educación Secundaria de la provincia de Santa Fe. Representante por Santa Fe en el Seminario de Discusión Federal de los NAP de
Educación Tecnológica de Ciclo Básico y en el Seminario Federal de Producción de
Materiales Curriculares para propuesta Entrama. Coordinador del Diseño Curricular del Profesorado en Educación Tecnológica de Santa Fe, 2013-2014. Integrante de la comisión organizadora del Colectivo Docente de Educación Tecnológica.

“Si la escuela no enseña a programar, en 20 años seremos todos analfabetos funcionales”.

Esta consigna tomó fuerza a inicios de la década del 90. Muchas veces se agregaba la palabra BASIC luego de “programar”. La consigna aludía a una visión del futuro que comprometía a la humanidad (la sociedad del futuro y a la escuela como preparación) a formarse para un ámbito específico de la tecnología. Es decir, para afrontar los desafíos tecnológicos del porvenir que se avizoraba.

> ¿Quién se salva del terror a la desocupación? ¿Quién no teme ser un náufrago de las nuevas tecnologías, o de la globalidad, o de cualquier otro de los muchos mares picados del mundo actual? Los oleajes, furiosos, golpean: la ruina o la fuga de las industrias locales, la competencia de la mano de obra más barata de otras latitudes, o el implacable avance de las máquinas, que no exigen salario, ni vacaciones, ni aguinaldo, ni jubilación, ni indemnización por despido, ni nada más que la electricidad que las alimenta. El desarrollo de la tecnología no está sirviendo para multiplicar el tiempo de ocio y los espacios de libertad, sino que está multiplicando la desocupación y está sembrando el miedo. (Galeano, 2008, p. 115)

(In)Definiciones acerca de STEM

Desde los ámbitos educativos se promueven en Argentina iniciativas como el modelo STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática) (o STEAM, incluyendo Arte, o STREAM, con R de Reading and Writing) que, generado en los 70 por los trabajos de Seymour Papert, tomó cuerpo en los 90 y se instaló en los sistemas educativos, especialmente de Estados Unidos y en países de Europa como un estímulo para la formación en dos campos: por un lado la ciencia y la ingeniería y por otro la generación de mano de obra calificada. La línea pretende estimular el interés por las ciencias básicas, partiendo de la fascinación y la ubicuidad de la tecnología y (en el caso de STEAM) del arte y el diseño.

Hay que consignar que no se trata de una corriente pedagógica sino de una política de estado, que es llevada adelante por la National Science Foundation (NSF), agencia gubernamental de Estados Unidos. En sus principios consigna como fines “la formación e integración de la sociedad en un mundo tecnológico cada vez más avanzado financiando becas para estudiantes de bajos ingresos con talento académico y las actividades de las instituciones para su reclutamiento, retención y

graduación en áreas STEM"[57]. Desde 1998 se incrementaron las visas a extranjeros con capacidades en el área. Se habla de la promesa de movilidad social y de asociación entre instituciones en campos que tienen una gran demanda de formación de profesionales que puedan operar en la convergencia de disciplinas e incluyen, entre otros, computación cuántica y ciencia cuántica, robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático, ciencias de la computación e ingeniería informática, ciencia de datos y ciencia computacional aplicados a áreas STEM que necesitan urgentemente profesionales nacionales.

En 2018 desde el Departamento de Trabajo de USA "se proyecta que agregarían un número sustancial de nuevos empleos a la economía o afectarían el crecimiento de otras industrias que están siendo transformados por la tecnología y la innovación que requieren de un nuevo conjunto de habilidades para los trabajadores"[58]. Hay que leer esta referencia a la luz de casi 30 años de aplicación de STEM en el sistema educativo de Estados Unidos. Desde el trabajo de Carina Lion para Unesco se asevera que:

> Hemos visto en los últimos años políticas que destacaron el tema de STEAM (electrónica, programación y robótica) cómo línea de priorización curricular". Cuando hablamos de STEM —por sus siglas en inglés para Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas— nos referimos a un nuevo campo de conocimiento que no suma las distintas disciplinas, sino que las articula desde una perspectiva multidisciplinar. En la actualidad, se agrega la "A" para incluir la dimensión artística y de diseño: STEAM. Como campo de articulación y por su actualidad, STEAM se integra al currículum desde la lógica de generar nuevas habilidades y conocimientos que ofrezcan soluciones innovadoras para problemas de relevancia social […]
>
> Encontramos también que se fundamenta desde una oportunidad para explorar, experimentar, crear, probar nuevas cosas, bocetar y diseñar. Se piensa su inclusión en una dimensión curricular (de contenidos más transversal), de diseño (porque implica un rediseño del espacio escolar y de su dinámica didáctica) y cognitiva (porque se la asocia a la generación de

[57] https://new.nsf.gov/funding/opportunities/s-stem-nsf-scholarships-science-technology-engineering-mathematics. Noviembre de 2024.

[58] «The STEM Workforce Challenge: the Role of the Public Workforce System in a National Solution for a Competitive Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Workforce». *U.S. Department of Labor*. Abril de 2007.

> capacidades de pensamiento y de imaginación vinculadas con lo que se denomina “pensamiento computacional” vinculado con el razonamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento crítico). El razonamiento lógico implica una sistematización de rutinas; ordenar ideas y acciones que serán realizadas por diferentes partes o componentes para que desarrollen una tarea determinada. Es un proceso sistemático que involucra codificación, lenguajes específicos y una lógica de pasos a seguir. El pensamiento crítico supone también mirar y comprender un fenómeno de varias o muchas maneras posibles para así entender, tal como postula Bruner (1997), que “entender algo de una manera no evita entenderlo de otras”. Así, pone a prueba nuestros propios juicios y nos invita a ampliar la mirada sobre problemas y situaciones. (Lion, 2019, pp 10-11)

Desde el punto de vista pedagógico, STEM en la escuela pretende un enfoque de aprendizaje interdisciplinar con vistas a la transferencias de estos entre las disciplinas definiendo al docente como guía y orientador y proporcionando constantemente retroalimentación a sus estudiantes con soportes didácticos como robótica educativa y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

La mala noticia es el rotundo fracaso y cuestionamiento en esta línea de trabajo en los países centrales —al menos en los términos en que originariamente fue concebida— que no ha logrado mejorar los cánones que se había propuesto y, como se ha sugerido, se vuelve a redireccionar cada vez que los números no cierran.

- La vocación por las ciencias básicas y las matemáticas en estos países no ha aumentado. Los perfiles STEM no parecen estar atrayendo a tantos estudiantes como deberían. De hecho entre los años de furor en la aplicación en Europa (2006 a 2011) se redujo un 2,6%.[59]
- Se estimula la inmigración de mano de obra calificada y formados en estas disciplinas por las exigencias del campo profesional y laboral. Por ejemplo, se verifica que la inmigración asiático-oriental tiene más preparación en estos campos que la latinoamericana y afroamericana. A la par que la proporción de

[59] https://www.eleconomista.es/especial-formacion/noticias/11391124/09/21/Europa-podria-quedarse-sin-suficientes-graduados-en-carreras-STEM.html. Noviembre 2024.

afroamericanos disminuye, también lo hace su remuneración comparada (que es en promedio un 25% menor a la de sus compañeros blancos, etc[60].)

- La aplicación de políticas educativas STEM ha profundizado —al revés de los pronósticos que se tenían a priori— las brechas de género en los países donde se aplica. La UNESCO menciona que se han tomado varias medidas e intervenciones en los distintos rubros, en el ámbito personal, mejorando motivación y desarrollando las identidades STEM de las mujeres[61] Los países "ricos", como se menciona, invirtieron importantes sumas de dinero para no tener resultados al respecto. Así lo consigna un estudio de OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) de 2023.[62] Hay también estudios en países donde se ha logrado una avanzada en la igualdad de género (Suecia, Finlandia, Noruega) donde el sesgo diferencial en STEM ha aumentado.[63]

La Educación STEM, según Morrison (2006), es una meta-disciplina encargada de alfabetizar y dotar de competencias científico-tecnológicas en los estudiantes, independientemente de si llegarán en un futuro a formar parte de este ámbito. Desarrollar ciudadanos capaces de involucrarse y participar en retos científico-tecnológicos, así como ofrecer soluciones respecto al ámbito social es uno de los retos de la Educación STEM[64]. Es evidente la diferenciación planteada respecto de los fines originales, donde se aprecia el redireccionamiento mencionado cuando las expectativas no se cumplen. Y en esto de redireccionar los fines, se pueden citar las distintas manifestaciones y adaptaciones que fueron otorgándose a estas iniciativas toda vez que las circunstancias lo han demandado con temor de no alcanzar a mencionarlas, o que entre escritura y publicación de este artículo quede desactualizada. Se puede consultar al final de este artículo un listado de abreviaturas y acrónimos de variantes de la iniciativa STEM con sus correspondientes aclaraciones.

[60] https://observatorio.tec.mx/edu-news/racismo-en-la-ciencia/. Noviembre de 2024.
[61]UNESCO. (2019b). Descifrar el código (Revisada ed.). Van Haren Publishing.
[62] https://www.eldebate.com/educacion/20231215/paises-ricos-dilapidaron-millones-dolares-forzar-chicas-ingenieras-informaticas_160462.html. Noviembre 2024.
[63] https://mujeresconciencia.com/2019/03/15/igualdad-de-genero-y-eleccion-de-carreras-stem/. Noviembre 2024.
[64]Morrison (2006)

Entre STEM y CTS

Especialmente en los países latinos se ha tratado de conciliar los enfoques STEM y CTS en una misma línea de trabajo entre otras razones para no desdecir los grandes enunciados ambientales de las tres o cuatro últimas décadas. Los enfoques CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) también se presentan como espacios integrados. Al respecto, la cita de Wikipedia no puede ser más reveladora por la evidente preeminencia de las virtudes y características de las ciencias y la mención tangencial y secundaria a la Tecnología. Podemos leer en "Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, en el subtítulo "Beneficios del pensamiento científico":

> El pensamiento científico es una forma sistemática de observar y comprender el mundo natural que nos rodea. Su uso ha permitido a la humanidad adquirir conocimientos profundos y precisos sobre el universo, y ha impulsado el avance en áreas como la tecnología, la medicina y la energía. Uno de los beneficios más importantes del pensamiento científico es que nos permite obtener una comprensión objetiva y rigurosa de la realidad. Los científicos utilizan métodos empíricos y rigurosos para recopilar datos, formular hipótesis y probar teorías. Como resultado, el conocimiento científico se basa en evidencias y hechos, lo que nos ayuda a comprender la realidad de manera más precisa y confiable. Además, el pensamiento científico ha permitido avances significativos en el bienestar humano. La medicina moderna, por ejemplo, se basa en el conocimiento científico para desarrollar tratamientos efectivos y prevenir enfermedades. La tecnología también se ha beneficiado del pensamiento científico, lo que ha permitido el desarrollo de dispositivos y sistemas más avanzados que mejoran la calidad de vida de las personas.
>
> Asimismo, la investigación científica moderna requiere, en ocasiones, de importantes inversiones en grandes instalaciones como grandes aceleradores de partículas (CERN), la exploración espacial o la investigación de la fusión nuclear en proyectos como ITER."[65]

Los enfoques CTS han resultado un gran aporte a la educación especialmente desde la posibilidad de pensar sistémicamente estas relaciones tan complejas como las de estos campos, en especial desde el momento en que denominamos de *tecnociencia*, es decir el condicionamiento cada vez mayor de la ciencia por la

[65]https://es.wikipedia.org/wiki/Estudios_de_ciencia,_tecnolog%C3%ADa_y_sociedad. Noviembre 2024

tecnología, así como esta última resultaba, de manera creciente del progreso científico (Cupani, 2022).

Los estudios CTS comenzaron a incluirse en la educación argentina desde la década de 1990, con mayor o menor atención desde los niveles de decisión de los sistemas educativos, pero ha logrado la inclusión en los diseños de muchos espacios curriculares, incluso como materia propia en algunos planes de estudios como, por ejemplo, el Diseño Curricular del Profesorado de Física de la Provincia de Santa Fe como Unidad Curricular de Contenido Variable (UCCV) Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, RM 2090/15.

Algún sin embargo

Esta variedad de iniciativas, con sus valiosos aportes establecen un escenario que permite mirarnos fronteras adentro, donde nos encontramos en pleno furor de la avanzada de iniciativas que toman a STEM (o STEAM) como "modelo educativo a seguir". Nos referimos a políticas educativas de estado que especialmente han ido tomando fuerza en los últimos diez años. Políticos y educadores que (supuestamente) leen y admiran a Bruner, Moravec con su aprendizaje invisible, Judi Harris con su Metodología TPACK, George Siemens con su conectivismo, Kilpatrick con su ABP -todos estadounidenses- con sus desarrollos y nunca leyeron o acaso desconocen totalmente a los pensadores vernáculos de la filosofía de la técnica y de la Educación Tecnológica[66], con lo cual no hay forma de avizorar en ningún horizonte imaginable un tris de soberanía tecnológica.

Algunas de estas avanzadas lograron establecerse en forma propositiva desde el Consejo Federal de Educación como NAP (Núcleos de Aprendizajes Prioritarios). Es el caso de los NAP de Educación Digital, Programación y Robótica (EDPR) en 2018. Curiosamente, pero no puede considerarse un dato menor, se aprobaron y publicaron sin discusión ni acuerdos federales, simplemente se "presentaron". En la misma línea, en 2021 se lanzó el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología en la escuela, un plan que continúa avanzando desde las sombras, ya sin anuncios rimbombantes, que asegura un cuantioso negocio a la Cámara Argentina del Software y otros privados comprometiendo al sistema educativo, por lo

[66]Diego Lawler, Susana Leliwa, Carlos Marpegán, Silvina Orta Klein, Darío Sandrone, Andrés Vaccari, Abel Rodríguez de Fraga, entre muchos otros.

menos en la Provincia de Santa Fe, por 20 años. No vale la pena extenderse en esto, pero sí en algunos detalles de este tipo de iniciativa, que no por ser detalles dejan de configurar una trama, un paisaje.

Todas estas iniciativas, sean del tipo STEM o similares —recordemos que son impulsadas como política de estado— o del tipo CTS, como enfoque didáctico carecen en lo formal y lo fáctico de conceptualizaciones de la Tecnología (o la tecnología, o las tecnologías), o al menos se muestran en un nivel muchísimo más difuso que el de la Ciencia o la Matemática. Como se suele sugerir, Matemática y Ciencia proveen *"*contenidos claros estipulados*"* y Tecnología brinda las conexiones.

Es en este punto donde nos detenemos. ¿Hasta dónde se puede decir que Tecnología no tiene o no provee contenidos claros estipulados? Si así lo consideran, ¿qué han estado enseñando los países centrales durante las últimas cinco décadas? ¿Han estado a tientas echando mano a cuanta nueva tecnología surgiera para meterla en la enseñanza, improvisando y emparchando sobre la marcha?
Los datos presentados parecen indicar que exactamente de eso se trata.

De la fascinación por el LOGO, pasando por la pretensión de la universalización de la enseñanza de un lenguaje de programación (BASIC o cualquier otro) en los 90 a la insistente presión por meter simpáticos robotitos o enseñar ciencias de la computación desde edades tempranas se verifica un *continuum* que tiene su punto de tensión actual en la deslumbrante seducción de la IA (inteligencia artificial) popularizada a través de los chatbots.

Sin embargo, es harto demostrado posible indagar en la identificación de núcleos conceptuales en la tecnología, que permitan por un lado delimitar un campo de conocimiento —sin quedar bloqueados por sus límites difusos y sus zonas grises que, cabe consignar, tienen también las ciencias básicas y la matemática— y por otro visualizar la posibilidad de organizar un cuerpo conceptual consistente, articulado y diferenciado que aun en tiempos de un cambio tecnológico vertiginoso continúe referenciando el área y que sea capaz de alojar las tecnologías emergentes cualquiera sea su característica distintiva. Esta identificación es necesaria para proponer una Educación Tecnológica que se presente en el sistema educativo como un espacio imperioso de formación general que contribuya a la construcción de subjetividades y de ciudadanía entre otros fines que se requieren a los espacios curriculares.

Si bien una conceptualización de la Tecnología (o tecnología) no ha estado en el centro de la preocupación de los sistemas educativos de los países anglosajones tanto como la introducción de contenidos (y esto se verifica con la pretensión de "educar para la tecnología"), los desarrollos actuales en filosofía de la técnica —que recuperan y actualizan mojones epistemológicos de las últimas décadas por autores como Gilbert Simondon, Bruno Latour, Miguel Quintanilla, entre otros— propugnan desbrozar el campo conceptual abriendo posibilidades de desarrollo de nuevas propuestas en el pensar y el enseñar.

La pregunta de qué es mejor: incorporar a los estudiantes al mundo de las nuevas tecnologías o generar capacidades para comprender los fenómenos tecnológicos que hoy se manifiestan en ellas puede responderse con que lo segundo prepara para lo primero y nunca la recíproca.

Igualmente, siempre habrá nuevas tecnologías a la que la escuela quiera hacerle lugar, al decir de Abel Rodríguez de Fraga, aunque no siempre sepa para qué. Fraga (2003) recomienda revisitar a Marc De Vries (1995) quien propuso en 1995 en un estudio ya clásico algunas características de la tecnología que ayudan a caracterizarla partiendo de diferentes enfoques.

Respecto de una posible Educación Tecnológica, Fraga contribuye con interesantes reflexiones, algunas tomadas de una entrevista de la Facultad de Humanidades y Artes de la Universidad Abierta de Entre Ríos (UADER)[67]:

> La Educación Tecnológica tendría que preocuparse por las cuestiones más micro de la técnica, sin olvidar los agentes sociales que la conforman. A diferencia de una sociología que no entran en el análisis del artefacto, una Educación Tecnológica tendría que ver ese intercambio de propiedades que hay entre los humanos y las cosas de manera que los humanos van cediendo propiedades a los objetos. Qué funciones se delegan en las máquinas y cuáles proveen los humanos. Es un diálogo más micro que una sociología como podría plantear Latour. La técnica, como todo lo social, cambia en muchas cosas y se mantiene invariante en otras. Cuánto se mantiene invariante depende de hechos históricos. En el intercambio de propiedades sujeto-cosa tendríamos que pensar qué se conserva, qué se mantiene invariante. De ahí que podamos hablar de *procesos* que son las transformaciones que

[67] FHYACS Audiovisuales (20 de diciembre 2017). *Apuntes 22 Abel Rodríguez de Fraga - La Educación Tecnológica*. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=uiwhmikG8AQ&t=2s. Noviembre de 2024.

experimentan los insumos y los procesos se mantienen a lo largo de años, de siglos. En cambio las técnicas cambian con más frecuencia pero a su vez las funciones de técnicas anteriores son recuperadas, transformadas. Es una sucesión de cambios incrementales y otros más bruscos en la medida que algunos de ellos empiezan a modificar el sistema de la relación técnico persona existente.

Incluso para contrarrestar esta creencia de que la técnica es neutra hay que acercarse a campos del conocimiento que han aportado sustantivamente al tema. Para una Educación Tecnológica cabría trabajar no solamente desde una resolución de problemas concretos—cómo se hacen las cosas— sino también qué razones de necesidad puede haber, con qué propósito se hacen y sobre todo la reflexión sobre el uso de artefactos, de tecnología. El tema del uso es muy interesante y dio lugar a trabajos sociales muy buenos (Michel de Certeau, Luce Giard, entre otros) y aportan mucha información al respecto. También el hecho de que la resolución de problemas concretos, técnicos vaya acompañada de un análisis en el plano social: cómo han ocurrido estas cosas, quiénes se ven beneficiados quiénes perjudican permite ver que no hay tal neutralidad.

Entonces parece conveniente en proponer una Educación Tecnológica que recupere aspectos centrales de la tecnología que constituyan la definición de una materia que admita su trasposición didáctica y que dé cuenta de un objeto de conocimiento al cual aportan hoy muchos territorios teóricos, donde la falta de consensos muestra el fenómeno de que nunca hubo tantos aportes y a la vez tanta controversia. Sin embargo, esto no inhabilita la posibilidad de una enseñanza, dado que la diversidad de enfoques no persiste solo en el área de la tecnología.

Si consideramos que es imperdonable no tomar en cuenta los núcleos conceptuales de la Matemática o las Ciencias, no hay motivos para permitir tomar contacto con la Tecnología a través de temáticas sueltas o relativas a un solo campo disciplinar de la misma en la educación general.

Y de vuelta…

Tal vez sea pertinente en este marco, ya no una educación “para estas tecnologías”, como suelen auspiciar los aportes provenientes de las líneas pedagógico-didácticas que sostienen a las iniciativas STEM, sino en una educación

en tecnología que admita soportes conceptuales claros y con continuidad temporal, asociado al desarrollo de capacidades teórico-prácticas que permitan interactuar con artefactos y sistemas con distinto grado de complejidad.

No se trata de menoscabar ni de rehuir a la relevancia de la educación en los ámbitos mencionados (ciencia, tecnología, ingeniería, matemática), que son puntales indispensables para siquiera imaginar un camino hacia una soberanía científico-tecnológica por lo menos, sino de revisar a la luz de los orígenes primero y de los resultados después, cuánto de visos de realidad en tanto a la mejora de la calidad educativa tienen estos eslóganes, estas promesas de futuro que se nos presentan más como lemas publicitarios que propuestas pedagógicas sistémicas, las que muchas veces llegan a un enunciado general acompañado por un paquete didáctico que casualmente termina referenciando a un puñado de grandes empresas de software y/o equipamiento escolar.

Y una Educación Tecnológica

En nuestro país fue cobrando forma en los últimas tres décadas una propuesta de Educación Tecnológica articulada en derredor de procesos tecnológicos, sus operaciones sobre los insumos de materia, energía e información, en las estructuras y funciones de los sistemas técnicos, en la constitución y agencia de los artefactos, en las tareas que realizan las personas y cómo se delegan en sistemas técnicos dando paso a la tecnificación como aspecto central de las transformaciones, en el diseño como herramienta maestra de la anticipación, en la concepción sistémica de las tecnologías, las redes y un enfoque sociotécnico que permita visualizar las tecnologías en el interjuego entre humanos, ambiente y condiciones de vida, que parecen proporcionar elementos contundentes a la hora de conceptualizar para generar inteligencia tecnológica.

En este marco, como propone Carlos Marpegán (2021), es menester comprender que la tarea de educar para el hoy y el mañana es una tarea política que no se agota en transmitir saberes o técnicas sino que entraña el desarrollo de capacidades complejas para la vida en un mundo que se manifiesta cada vez más difícil e incierto y que tiene como uno de sus signos nodales el *cambio tecnológico* en tanto despliegue artefactual y cultural vertiginoso, que impacta en todas las facetas de la vida cotidiana individual y colectiva.

Es por ello que la formación ciudadana escolar requiere de una reflexión sobre la tecnología que supere la persecución de la novedad con el propósito de *aggiornar* la enseñanza —como se pretende desde múltiples factores de decisión basados en una concepción de la educación como una variable de mercado y a los educandos como futuras piezas en su intrincado mecano— y permita a los estudiantes generar capacidades complejas en clave de derecho que habiliten la comprensión sistémica de un mundo donde el fenómeno artificial define el ambiente tanto o más que lo que llamamos con el término "natural". Y, a su vez, comporte mirada crítica hacia las decisiones técnicas abriendo las *cajas negras* de las tecnologías existentes y propuestas.

Desde esta perspectiva, ¿es legítimo posponer la enseñanza de las tecnologías que hoy definen el contexto mundial? Por supuesto que no, un espacio que brinde una Educación Tecnológica general desarrollará las competencias básicas tecnológicas en clave de derechos para todos los ciudadanos en formación y esto incluye necesariamente como punto de tensión del curriculum las tecnologías emergentes que tanto llaman hoy la atención. Pero cabe consignar fuertemente que si se pretende atender a las exigencias del mercado laboral como una de las motivaciones de la iniciativa STEM con la generación de mano de obra calificada deberá revisarse la "aplicación" de la misma en la educación argentina toda vez que su sistema educativo cuenta con una cobertura —aunque pueda considerarse insuficiente e incompleta— de educación técnica profesional en el nivel secundario casi ausente por completo en los países donde se generaron y cundieron estas políticas de estado.

Nuestro país tiene un desarrollo de escuelas técnicas superior a la media de los países de referencia. De hecho, en la *madre patria* política y pedagógica actual, (según las publicaciones oficiales de los últimos diez años) la escuela técnica no existe tal como la conocemos. Hay cursos de formación vocacional o laboral para estudiantes en nuestra edad de secundario y carreras de 2 a 4 años que suelen dictarse en las universidades en los Community College con un costo regular de unos 10.000 dólares anuales para no residentes, una de las razones por las cuales hay escasas vocaciones tempranas en STEM.

Ante este panorama, parece un despropósito implementar una lógica STEM *en todos los niveles del sistema educativo* pintándola como "educación para el

futuro” cuando se dispone de una excelente infraestructura para la educación técnica que cumple los requisitos de formación prelaboral y laboral, además de propedéutica, solamente a los efectos de insertar el sistema educativo en una lógica mercantilista que propone dada la masividad de las nuevas tecnologías, a la larga, la generación de mano de obra calificada de menor remuneración que la nativa. Por otra parte, limitar, cercenar y amputar las grandes conceptualizaciones sobre la tecnología que permiten comprender las lógicas de funcionamiento del mundo actual, como se ha dicho, por la persecución de un horizonte que se mantiene esquivo.

En este sentido corresponde consignar que una Educación Tecnológica pertinente debe contemplar dos orientaciones formativas (Leliwa y Marpegán, 2020):

- Una formación humanística, filosófica y cultural para entender las tecnologías, su evolución y sus efectos.
- Una formación teórico-práctica que contribuya el desarrollo de capacidades complejas para interactuar con el entorno cada vez más tecnologizado.

> La primera de estas finalidades educativas refiere a la comprensión progresiva de la acción técnica y de la génesis de los objetos y sistemas técnicos, tanto desde sus esquemas de funcionamiento como de sus interacciones y efectos. La segunda, en cambio, alude a la construcción de una ciudadanía crítica y proactiva en un contexto hipertécnico de grandes dilemas políticos y sociales (p. 50-51).

Una Educación Tecnológica que desarrolle una inteligencia tecnológica brindando herramientas tanto para el conocimiento del mundo actual como desarrollar capacidades de intervención en el ambiente. Una Educación Tecnológica pertinente que enseñe a partir de los problemas típicos de la tecnología (de análisis, de síntesis y de caja negra) y no de modelos cientificistas aplicados a la misma.

A modo de conclusión

Decía Galeano (2008):

> Este es un alevoso atentado contra el sentido común, cometido por el mundo al revés: el asombroso aumento de la productividad operado por la revolución tecnológica no sólo no se traduce en una evolución proporcional de los salarios, sino que ni siquiera disminuye los horarios de trabajo en los países de más alta tecnología.

A modo de mojones, consignamos las siguientes proposiciones:

- STEM y sus derivaciones no constituyen de origen una propuesta pedagógica sino una política de estado de los Estados Unidos, que ha tomado cuerpo en algunos países de Europa y hace unos años de promociona en Argentina.
- Esto no permite eludir la importancia de los espacios de conocimiento que se mencionan (ciencia, tecnología, ingeniería, matemática); pero corre el foco de atención a tecnologías muy concretas.
- Se aplica desde hace más de tres décadas en Estados Unidos con resultados que desdicen la propuesta original y se redefinen a cada paso.
- Sus tantas derivaciones pueden leerse como riqueza de posibilidades o como redefiniciones toda vez que no se alcanzan las metas propuestas.
- Se sustenta en trabajos de pensadores de las políticas educativas estadounidenses, ajenos a la filosofía de la técnica y los desarrollos pedagógicos europeos y sudamericanos.
- Se propone su incorporación en países como el nuestro en términos de necesidad, sin razones y fundamentos pedagógicos más que una didáctica diseñada *ad hoc*.
- La misma se concreta a través de la inclusión de ciertos contenidos en el currículum de todos los niveles y de cierta adquisición de equipamiento en una relación que mantiene cautivo al sistema escolar de una arquitectura de negocios.

Así, STEM ha ganado terreno como metodología de trabajo educativo generada desde un discurso que tiende a correr otras posibilidades de Educación Tecnológica, desde que se presenta como *aggiornamiento definitivo* de la inclusión de las tecnologías en el sistema escolar, una especie de “fin de la historia” de Fukuyama del que no tiene sentido intentar salir.

Queda por consignar al lector desprevenido que no se trata de menoscabar la relevancia de estas áreas de conocimiento —imprescindibles para pensar en un tris de soberanía tecnológica— ni de las perspectivas de abordaje integrado sino de un intento de revisión desde otra perspectiva de estas iniciativas que se presentan tan asépticas como promisorias y en la concreción de las políticas educativas no dejan espacio para los desarrollos vernáculos. A su vez, allanan el paso a los funcionarios educativos que encuentran paquetes de soluciones promocionables desde los

anuncios (“incorporaremos robótica desde nivel inicial”, “equiparemos las escuelas con las últimas tecnologías”, “llega la fibra óptica a todas las aulas”, “nuestros alumnos se preparan para el futuro con IA en las aulas”) solamente con aceptar cerrar negocios con empresas que a su vez proporcionan el discurso “pedagógico” que se requiere para llevarlo adelante.

Tenemos un país que cuenta con un sistema educativo en inmejorables condiciones estructurales e históricas para desarrollar una Educación Tecnológica pertinente, que hay que reforzar, alimentar desde abajo, que recién comienza a brotar desde la Ley Nacional de Educación y los acuerdos federales de NAP, que está en riesgo no por razones pedagógicas sino por la incorporación acrítica de las voces del mercado a las políticas educativas en todos los estamentos, que a su vez entusiasma a los agentes del sistema educativo más, sospechamos, por una direccionalidad percibida como *clara* (para la tecnología) que por sus virtudes pedagógicas formativas que distan mucho de lograr lo que se enuncia, como se ha tratado de mostrar en este trabajo.

Una última observación. Si se trata de propender hacia una soberanía tecnológica como país, no resulta el mejor camino direccionar las políticas educativas a la enseñanza *para* ciertas tecnologías direccionadas desde los países centrales sino extender el derecho al conocimiento tecnológico pleno de las nuevas generaciones. Solamente comprendiendo los procesos generales podrá atisbarse un horizontes de logros comunes para el país. De lo contrario seguiremos admirando cómo *genios de la tecnología* deslumbran y se enriquecen a la par que sus empresas, las que nunca terminan de derramar sus beneficios en la sociedad ni siquiera sobre sus propios empleados.

Abreviaturas y acrónimos

STEAM	Science, Technology, Engineering , Arts, Mathematics Incorpora Arte y Diseño. Toda la iniciativa promueve un acercamiento a la ciencia básica y la ingeniería desde la fascinación de los estudiantes por la tecnología y ahora del arte y diseño.
STREAM	Science, Technology, Reading and Writing, Engineering , Arts, Mathematics Incorpora lectura y escritura. Especialmente desde las PISA 2018 que concluyó que los estudiantes con mejores calificaciones en lectoescritura también se destacan en ciencia.

STEM E&E	Science, Technology, Engineering, Mathematics *Enrichment and Enhancement* Incorpora mejora y enriquecimiento. Participan los empleadores, para determinar juntos los objetivos de la empresa.
STEMNET	Science, Technology, Engineering, Mathematics *Network* Plataforma que apoya a escuelas, profesorado y profesionales en educación STEM. Se centra en tres programas: STEM Ambassadors, STEM Club Programm y School STEM Advisory Network.
A-STEM	Artes, Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas Más centrado y basado en el humanismo y las artes.
eSTEM	STEM ambiental
GEMS	Niñas en Ingeniería, Matemáticas y Ciencias Se utiliza en programas que alientan a las mujeres a ingresar a estos campos.
MINT	Matemáticas, Informática, Ciencias Naturales y Tecnología
SHTEAM	Ciencia, Humanidades, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas
STEAM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Agricultura y Matemáticas
STEEM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Economía y Matemáticas Agrega la Economía como campo
STEMIE	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, Invención y Emprendimiento Agrega Invención y Emprendimiento como un medio para aplicar STEM a la resolución de problemas y mercados del mundo real.
STEMM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Medicina
STM	Científico, Técnico y Matemático
STREAM	Ciencia, Tecnología, Robótica, Ingeniería, Artes y Matemáticas Agrega Robótica y Artes como campos

Bibliografía

- Cupani, Alberto (2022) *Tecnociencia* en Glosario de Filosofía de la Técnica. Buenos Aires, La Cebra.
- de Certeau, M. (1999). *La invención de lo cotidiano,* México: Universidad Iberoamericana/ITESO/Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
- de Vries, M. (1995). *L'enseignemente technologique aux Pays – Bas et autres pays européens*. Marsella: IUFM, Skholê.
- Galeano, E. (2008). *Patas arriba*. Playa, Cuba: Editorial Caja China

- Giard, L. (1994). “Secuencias de acciones”, en M. de Certeau, L. Giard y P. Mayol. *La invención de lo cotidiano 2. Habitar, cocinar.* México, Universidad Iberoamericana.
- González García, L. (2020). *Análisis comparado de la Educación STEM en los currículos de Reino Unido y España*. Madrid, Universidad Pontificia de Comillas.
- Leliwa S. y Marpegán C. (2020). *Tecnología y Educación: Aquí, allá y más allá.* Córdoba, Brujas
- Lion, Carina (2019). *Los desafíos y oportunidades de incluir tecnologías en las prácticas educativas. Análisis de casos inspiradores*. Buenos Aires, IPE-Unesco.
- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica: construyendo nociones y conceptos*. 1a ed. – Bariloche: Ediciones Patagonia Escrita.
- Morrison J. (2006). *“TIES STEM Education Monograph* Series: Atributes of STEM Education”. Baltimore.
- Parente, D., Berti, A. Celis, C. (coords.) (2002) *Glosario de Filosofía de la Técnica.* Adrogué, La Cebra.
- Rodríguez de Fraga, A. (2003) *Educación tecnológica: un estado del arte.* CABA. Novedades educativas.

13. TECNODIVERSIDAD Y PRÁCTICAS CONTRIBUTIVAS

La red comunitaria y científica de internet ‘Las Lagunitas’

Bellomo, Daniel[68]
Caminati, María Pía[69]
D’Andrea, Aldana[70]
Campoamor, Emiliano[71]

Resumen

En este trabajo abordamos el caso de la red comunitaria y científica de internet ‘Las Lagunitas', situada en una zona rural de las Sierras de Córdoba, como una experiencia concreta de tecnodiversidad y prácticas contributivas. Frente al avance de una monocultura tecnológica global que reduce a las personas al rol de usuarias pasivas, este proyecto propone una alternativa basada en la soberanía tecnológica, la participación comunitaria y el conocimiento situado.

La red ‘Las Lagunitas' se distingue por ser impulsada de manera colaborativa entre participantes locales —cooperativas, instituciones educativas, organizaciones sociales y la Universidad Nacional de Río Cuarto— y por su carácter científico, dada la sostenida interacción entre la comunidad universitaria y la población local.

El trabajo enmarca esta experiencia en un enfoque filosófico que promueve la tecnodiversidad como respuesta a la crisis socioambiental y al modelo socioeconómico hegemónico. Se reivindican las prácticas contributivas como

[68]Daniel Bellomo es Analista de Sistemas de Computación, con una diplomatura en Apropiación de Tecnologías para la comunicación de Organizaciones Sociales por la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Trabaja en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) y en el Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA) (CONICET/UNRC). Coordinador del proyecto Las Lagunitas red científica y comunitaria de telecomunicaciones. Correo electrónico: dbellomo@disroot.org.

[69] María Pía Caminati es estudiante de la Licenciatura y el Profesorado de Filosofía en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). Su área de investigación prioritaria es la Filosofía de la Técnica y la Lógica. Correo electrónico: mariapiacaminati@gmail.com.

[70] Aldana D’Andrea es docente e investigadora del Departamento de Filosofía de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). Es Profesora y Licenciada en Filosofía por la UNRC y Doctora en Filosofía por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Realizó sus estudios doctorales y posdoctorales siendo becaria de CONICET con lugar de trabajo en el Instituto de Humanidades de la UNC. Dicta cursos de grado y posgrado sobre filosofía e historia de la técnica, lógica y epistemología. Sus líneas de investigación prioritarias se definen en la intersección de la filosofía de la técnica, la lógica, la filosofía de la computación y género. Correo electrónico acdandrea@hum.unrc.edu.ar.

[71] Emiliano Campoamor es Profesor y Licenciado en Filosofía por la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) y Doctorando en Filosofía de la Información en la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Es docente de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNRC y también de la Facultad de Salud de la Universidad Provincial de Córdoba (UPC). Correo electrónico: emilianocampoamor@gmail.com.

pharmakon frente al entropoceno, planteando una forma de relación con la técnica que fomente la generación colectiva de saberes (noodiversidad), la apropiación comunitaria de la tecnología y el diseño de soluciones localizadas y sostenibles. Finalmente, se propone esta experiencia como complemento de una Educación Tecnológica crítica, orientada a repensar la tecnología como fenómeno cultural, político y situado, y no solo como un conjunto de herramientas neutrales.

Palabras clave: Las lagunitas, red comunitaria y científica de internet, tecnodiversidad, prácticas contributivas.

1. Desafiando la utopía digital hegemónica: La red comunitaria y científica de internet 'Las Lagunitas

El sueño cibernético ha mutado en el siglo XXI; pasamos de lo que Breton (2000) llamó la "utopía de la comunicación" caracterizada por la intercomunicación global, el libre flujo de la información y la sociedad transparente, al sueño de la digitalización reticular y ubicua en donde la utopía es fundamentalmente corporativa (Cancela, 2024). Mundialmente se observa el avance vertiginoso hacia una monocultura tecnológica (Hui, 2020), con su consecuente pérdida de diversidades y la clausura de cualquier emergencia técnica local que no caiga bajo la episteme y la economía corporativa capitalista. En estas condiciones, la relación de las personas con los sistemas técnicos — fundamentalmente con sistemas computacionales y con las llamadas *high tech* — se reduce a la relación y experiencia de usuaria, mientras que la técnica, en tanto *pharmakon*, se expresa no tan sólo como tóxica, sino incluso como mortal (Stiegler & Internation Collective, 2021). Uno de los desafíos centrales del presente parece ser, pues, la disputa por la utopía digital —junto a la discusión de su pretensión de universalidad — y la acentuación de su dimensión curativa/medicinal situada.

En este contexto, en donde las prácticas económicas, educativas, culturales y de gobernanza se caracterizan, cada vez más, por la digitalidad y la interconectividad, gran parte de la población mundial no tiene acceso a internet. A pesar de la existencia del reconocimiento global y nacional de la identificación de "Internet como

fuerza impulsora de la aceleración de los progresos hacia el desarrollo en sus distintas formas, incluido el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible" (Consejo de Derechos Humanos de la ONU, 2016, p. 3), de la identificación de "las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como un factor preponderante en la independencia tecnológica y productiva de nuestra Nación" (Ley 27.078 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2014) y de la puesta en práctica de programas de promoción del tendido de una Red Federal de Fibra Óptica (REFEFO) para garantizar el acceso a internet en zonas rurales (Decreto 1552/2010. Plan nacional de telecomunicaciones «Argentina conectada», 2010), la desigualdad en el acceso a la conectividad digital es una realidad. Esta desigualdad se acentúa en zonas rurales de nuestro país, en donde la lejanía de las ciudades, las características geográficas y la baja densidad de población y sus bajos ingresos representan poco incentivo para el despliegue comercial de infraestructuras. Esto las convierte en zonas digitalmente excluidas o descuidadas.

Ante la falta de atención del mercado y de políticas públicas concretas frente a estas desigualdades, surgen diversas experiencias de redes comunitarias de internet en el mundo y en Argentina. En nuestro país se destacan los proyectos de AlterMundi (iniciado en 2012, en Córdoba)[72] y Atalaya Sur (iniciado en 2014 en Villa 20 de la Ciudad de Buenos Aires y extendido a la Puna jujeña en 2016)[73] que promueven el diseño, la construcción y el mantenimiento de las redes por las propias comunidades que las utilizan, según sus propósitos e intereses (Di Tullio, 2023). Una red comunitaria de internet puede caracterizarse "como una infraestructura de comunicaciones desplegada, operada y utilizada por una comunidad local" (Baladrón, 2018, p. 66). Algunas de sus características distintivas son: propiedad colectiva, gestión social local, diseño abierto y accesible y participación ciudadana abierta en los procesos de decisión. Dadas estas características, se observa que en la demanda, diseño y puesta en funcionamiento de una red comunitaria se inician procesos socioculturales reflexivos y proyectivos en donde los diversos actores de la comunidad —no necesariamente profesionales o *expertos*— no tan solo definen el uso de la red en tanto instrumento o medio para sus propios fines e intereses –que en zonas rurales serranas son fundamentalmente distintos a los planteados desde

[72] Véase https://altermundi.net/
[73] Véase https://atalayasur.org.ar/

zonas urbanas—, sino que también discuten y determinan otros aspectos. Entre ellos se analiza y decide colectivamente: los espacios físicos que la red ocupa, los materiales y tecnologías empleadas y el modo en que éstos interactúan con el ecosistema biológico, geográfico y social local; las prácticas colaborativas que supone el funcionamiento de una red comunitaria (la conectividad local queda asegurada solo si se implementa una red de malla [*WiFi Mesh*]); la gestión del mantenimiento de la infraestructura; y las posibilidades educativas, políticas, económicas, culturales que se abren para la comunidad a partir de la conectividad.

Nuestra intención con este escrito es dar a conocer y reflexionar con categorías provenientes de la filosofía de la técnica sobre un caso en donde se desafía aquella utopía digital hegemónica, en particular dar a conocer una experiencia en la zona rural en las sierras de Comechingones, en los Dptos. de Río Cuarto y Calamuchita, que incluyen los parajes de Las Lagunitas —en donde se encuentra el campo Las Guindas de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)—, Cerro Colorado, Lutti y San Lorenzo, y las zonas de Río de los Sauces y Alpa Corral. En el área comprendida por Las Lagunitas y Río de los Sauces se encuentra en etapa de desarrollo final el proyecto de despliegue de una red comunitaria y científica de internet en el que intervienen distintos actores sociales[74]: las familias del paraje (pequeños productores rurales), la UNRC, la cooperativa Eléctrica de Río de los Sauces, la Cooperativa Alpacorralense de Electricidad y Servicios Públicos Ltda. (CADEL), la asociación Tierra Unida Activa (ACTUA) de Alpa Corral, la escuela rural José Gabriel Brochero, Bomberos Voluntarios de Alpa Corral y la empresa de telecomunicaciones LiderCom. A diferencia de otras redes comunitarias, esta red suma la calificación de “científica” a raíz del vínculo estrecho y sostenido entre la comunidad de la UNRC y las comunidades de dicha zona serrana. En efecto, son numerosos los trabajos investigativos, de docencia, de extensión, voluntariados, etc. en la zona, sobre todo aquellos puestos en marcha en y a partir del paraje Las Lagunitas.

[74] En el momento de escritura de este artículo, julio de 2025, se encuentran conectadas 4 de 12 familias que conforman, en principio, la red; además, se cuenta con un servidor —donado por la empresa TTP— instalado en CADEL. Se está trabajando, además, en la posibilidad de ampliar la red hacia la zona de la Unión de los Ríos en Alpa Corral.
Link de acceso a contenido audiovisual de las primeras familias conectadas a la red: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Las_Lagunitas_Red_Comunitaria_y_Cient%C3%ADfica

Este tipo de red requiere de una infraestructura colaborativa y abierta, que funciona de un modo distinto a la infraestructura privativa cerrada. El proyecto supone la participación activa de la comunidad en la instalación y mantenimiento de la red, lo que conlleva una descajanegrización del sistema técnico, una práctica de noodiversificación (recuperación de los saberes locales) y una apuesta por una relación no tóxica o nociva (de meras usuarias) con la técnica digital. Podemos, por tanto, pensar las experiencias de instalaciones y mantenimiento de redes comunitarias de internet como procesos soberanos, comunitarios y radicalmente situados que tienen el potencial para iniciar procesos de economías, diseño e investigación contributivas que ponen en discusión tópicos teóricos y prácticos fuertemente arraigados en la sociedad tecnocapitalista actual: la concepción meramente instrumental de tecnología, los modos arriba-abajo de la implementación de políticas públicas y/o sociales, y el paradigma mercantil privativo y monocultural de la tecnología en general y de la digitalidad en particular. Por contrapartida, se enmarca en los debates y apuestas por soberanía, diversidad y apropiación tecnológica, cultura libre y contributiva, tecnologías sostenibles y socialmente responsables y epistemologías y prácticas situadas (Benamo et al., 2023; Di Tullio, 2023; Quintanilla et al., 2017)

2. Tecnodiversificar

Comprendiendo la técnica como parte de la cultura material, cualquier sistema técnico o vínculo técnico no debería ser concebido como tendencia universal o universal antropológico, sino como un fenómeno radicalmente situado, tanto histórica y geográficamente, como política, económica y culturalmente.

Como señalamos en el punto anterior, en el marco actual de avance global del capitalismo digital, la utopía tecnológica es fundamentalmente corporativa. Esto equivale a decir que la técnica no se concibe por fuera de su relación con la concentración de la propiedad privada y los proyectos neocoloniales extractivistas y patriarcales, como así también que los sistemas técnicos digitales privativos y los modos de vincularse con ellos son presentados en tanto que globalmente homogéneos. Así, la técnica, en su manifestación hegemónica, es percibida como un destino más que como una posibilidad entre otras. Esto es lo que Hui denuncia con el concepto de cultura monotecnológica, que tiene como evidente consecuencia

la unificación global de valores, epistemologías y modos de existencia. Y es esto mismo ante lo cual Hui propone la noción de tecnodiversidad que habilita a pensar y ensayar vínculos técnicos solidarios de alternativas epistemológicas, axiológicas y ontológicas situadas.

La cuestión de la diversidad es central en nuestro tiempo planetario signado por la crisis socioambiental de raíz antrópica, técnica y capitalista. La apuesta ecológica, en sentido amplio, debe entender la interrelación existente entre las esferas biológicas, técnicas y epistémicas. En tal sentido, el planteo sobre el cuidado de la biodiversidad no puede desligarse del planteo sobre la tecnodiversidad —"sin tecnodiversidad no hay biodiversidad" (Hui, 2020, p. 104)— y éstos, en conjunto, deben considerar la relevancia de la diversidad de conocimientos y prácticas situadas para asegurar la sustentabilidad de cualquier diseño o proyecto con escalabilidad, esto es que permita un intercambio efectivo entre la acción política local y la global.

2.1 Diseños tecnopolíticos antientrópicos

Antropoceno es un término frecuentemente elegido para designar nuestro tiempo planetario actual. El mismo, plantea un doble estatuto: por un lado, el de caracterizar una nueva era geológica —donde se acentúa lo irreversible de los procesos de cambio climático, de alteración de procesos biogeoquímicos, de pérdida alarmante de la biodiversidad y de consolidación de un modelo de consumo insostenible—; y por otro, el de designar una advertencia y convocar a la responsabilidad y la acción para la transformación de un estado de cosas (Biset, 2022). En la misma dirección, Castillo manifiesta que la aparición del concepto de antropoceno pone en escena el reconocimiento de un límite, ese límite para el caso de nuestra agencia geopolítica latinoamericana es el de la imaginación teórica y política que se despliega en lo que la autora enfatiza como diseño político democrático (Castillo, 2025). No hay técnica sin política y no hay política sin diseño —entendiendo a este último en tanto que una figura que se piensa por adelantado—, de modo que es nuestro tiempo planetario el que actualiza la urgencia del diseño de futuridades otras, a partir de políticas, modos de organización y técnicas contrahegemónicas, que no sean reproductivas de los órdenes sociales, políticos, económicos y biológicos. Para pensar esta posibilidad

proponemos abordar lo que Stiegler (ref) desarrolla en términos de prácticas contributivas.

En los últimos años ha habido un resurgimiento del interés en la cibernética y sus aproximaciones sistémicas para pensar la crisis antropogénica (Costa, 2021; Hayles, 2017; Hui, 2022; Rodriguez, 2019), en el marco de estos desarrollos sostenemos junto al Colectivo Internación que el capitalismo neoliberal y su cultura monotecnológica generan entropía; esto puede ser leído como aumento del desorden o des-organización generalizada. Mientras que el antropoceno puede caracterizarse como "la tendencia de la actividad humana a destruir las condiciones de posibilidad de la existencia humana -tanto en el nivel de las organizaciones biológicas (organismos, ecosistemas) como en el nivel de la capacidad de pensar (nóesis)"[75] (Stiegler & Internation Collective, 2021, p. 51), el entropoceno puede pensarse como el tiempo planetario de incremento generalizado de la entropía: entropía termodinámica (disipación de energía), entropía biológica (reducción de biodiversidad) y entropía informacional (reducción del conocimiento a datos y computación) a causa de la actividad antrópica —del griego *ἀνθρωπο-anthrōpo-*: ser humano— (Stiegler & Internation Collective, 2021). Antropoceno y entropoceno son nociones que se co-implican, la diferencia radica en dónde ponen el énfasis cada una de ellas.

En función de lo anterior y en vistas a promover diseños tecnopolíticos democráticos es que consideramos valiosa la apuesta stiegleriana por prácticas contributivas. Estas dan lugar a pensar modos de reducir la tendencia entrópica y generar islas anti-entrópicas, en tanto que enclaves locales, como estrategias para reducir el desorden y aumentar la capacidad de acción/organización.[76] Es la novedad organizacional anti-entrópica, la que nos permite pensar un escenario alternativo en tiempos de corporativización y cajanegrización de las tecnologías digitales y de crisis antropocénica (Stiegler & Internation Collective, 2021).

2.2. Prácticas contributivas

[75] La traducción al español nos pertenece.
[76] Notas de Blanco, J. (2024), en el marco del "XII Coloquio Internacional de Filosofía de la Técnica: Agentes no-humanos a debate. Reflexiones sobre IA y procesos sociotécnicos desde las apuestas filosóficas, culturales y políticas territoriales", San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina.

Tal y como planteamos anteriormente, al pensar las formas de hacer frente a la crisis socio ambiental y económica, la propuesta decanta en la necesidad de acciones y construcciones que combatan la tendencia antrópica, nuestra apuesta fundamental se encuentra en lo que Stiegler y el Colectivo Internación (2021) conceptualizan bajo el nombre de prácticas contributivas, esto es economía contributiva, investigación contributiva y diseño contributivo.

Podemos abordar las prácticas contributivas desde, al menos, tres aspectos fundamentales que en su interrelación aproximan una definición de las mismas: la generación de conocimientos, la colectividad y la localidad.

Por generación de conocimientos nos referimos tanto al saber común o popular, transmitido intergeneracionalmente y localmente, como al conocimiento que denominaremos científico, que es el adquirido -por lo general- en instituciones educativas formales y academias.[77] Puede tratarse, en ambos casos, de saberes teóricos o prácticos (técnicos). La apuesta por lo contributivo, en este aspecto, es el mantenimiento y generación de diversidad, específicamente de noodiversidad —del griego νόος *nóos* 'inteligencia' o 'saber': diversidad de inteligencias o saberes— y el combate de la denoetización —pérdida de saberes o inteligencias—. Del mantenimiento y generación de noodiversidad depende la posibilidad de diseñar políticas, modos de organización y técnicas novedosas y no reproductivas.

Por colectividad nos referimos a aquellas construcciones comunes y colaborativas que se sustraen a la individualidad implicada por la cultura monotecnológica. Si en el diseño privativo prima el modelo de transferencia científico-técnica que hace hincapié en el uso prescripto por manuales de usuario, programas y funciones predefinidas y que vuelve obsoletos los conocimientos locales —fundamentalmente en tecnologías computacionales y telecomunicaciones—, en un modelo colectivo priman la construcción de conocimientos y las prácticas singulares, no estandarizadas ni prescriptas por diseños exógenos, sino con base en la noodiversidad y relevancia local.

[77] Al referir al conocimiento científico, retomamos la tradición del Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo (PLACTED) que entiende a la ciencia como parte fundamental de la cultura y, en cuanto tal, como factor determinante del desarrollo de la región (Sábato, 2011). A tal respecto, y en relación con nuestra propuesta, Varsavsky (2010) argumenta sobre la necesidad de desarrollos científico-tecnológicos endogenerados y endodirigidos, en contraposición al modelo que él llama cientificista que apuesta por conocimientos y prácticas endogenerados y exodirigidos.

Finalmente, por localidad, entendemos la necesidad de promover prácticas técnicas y conocimientos situados temporal, espacial y culturalmente. La apuesta por la localidad implica considerar la relevancia socio-ambiental y económica de prácticas y conocimientos que sean capaces de dar respuestas a necesidades y problemas situados, al margen de los imperativos del modelo tecnoeconómico liberal global que prescribe innovación *per se* (radical y permanente), denoetizante y homogeneizante. En tal sentido, se propone pasar del modelo de innovación al de invención y creatividad. Es importante señalar que la localidad propuesta es de carácter abierto, es decir, que permite vínculos flexibles y no jerárquicos entre las formas de vida sostenibles y diversificadas presentes en diferentes localidades, relaciones entre multiplicidades singulares que el aplanamiento neoliberal no permite ni promueve.

Es entonces desde esta perspectiva que podemos observar el paso de la noción de *uso de artefactos técnicos* (en tanto instrumentos) al de diseño de prácticas técnicas (Cavalli, 2023), que queda también exhibida en los proyectos de cultura libre, por ejemplo los de software libre (Stallman, 2004) donde, en oposición al modelo privativo, se abandona la perspectiva pasiva de usuario para implicar necesariamente: la libertad de ejecutar el programa sea cual sea el propósito, la libertad de modificar el programa para ajustarlo a necesidades (implica el acceso al código fuente), la libertad de redistribuir copias, ya sea de forma gratuita, ya sea a cambio del pago por un precio y la libertad de distribuir versiones modificadas del programa, de tal forma que la comunidad pueda aprovechar las mejoras introducidas. Son estas últimas las características elementales que menciona Stallman (2004) para referirse a todo aquello que puede ser pasible de ser denominado *software* libre, en las mismas se observa el carácter comunitario, la relevancia de lo local y la apuesta por la construcción de conocimiento en términos contributivos. De este modo, es la apuesta por el desarrollo de una cultura libre la que se evidencia en estrecha relación con las prácticas contributivas que se presentan como la alternativa anti-entrópica en este contexto de crisis antropo/entropo-cénica.

3. Hacia una mirada de la Educación Tecnológica con base en la tecnoodiversificación.

A partir de la perspectiva noética, local y colectiva por la que hemos desarrollado, podemos pensar modos de investigación y diseño de tecnologías que sean solidarias de una concepción económica contributiva y que sean capaces de combatir o mitigar los efectos antrópicos de la cultura monotecnológica digital actual. En nuestra época signada por la ubicuidad e interconectividad de las tecnologías digitales reticulares, la propuesta es, específicamente, pensar una reticulación digital contributiva. El proyecto de red comunitaria y científica de internet en Las Lagunitas es un ejemplo claro de esto último, ya que implica prácticas técnicas que podemos calificar como contributivas, en tanto que involucran a los habitantes en el diseño y la construcción de sus entornos y que, vinculando el saber vivir y el saber hacer con el saber científico y tecnológico sobre las TICs, logran mitigar las tendencias antrópicas, denoetizantes y homogeneizantes prescriptas por el modelo económico y tecnológico actual.

Finalmente, con el objetivo de situar este aporte en el contexto de la convocatoria que la revista TechNE ofrece, nos interesa destacar que esta experiencia está articulada con el proyecto de conformación de una Cátedra Libre de Soberanía Tecnológica (CLiSTec) en donde participan, entre otras actrices, las cátedras de Filosofía de la Tecnología y de Teoría del Conocimiento del Dpto. de Filosofía de la Universidad Nacional de Río Cuarto, de las cuales formamos parte. Dicho proyecto está en sintonía con la apuesta política y educativa que significa la Educación Tecnológica (con mayúsculas) (Marpegán, 2021, p. 148); porque si bien, por un lado, uno de los propósitos del proyecto es promover y facilitar la apropiación de los saberes y competencias pertinentes para la instalación, mantenimiento y crecimiento sustentable de la red comunitaria y científica de internet, que podríamos vincular con una formación más afín a los lineamientos pedagógicos de una educación técnica profesional (Marpegán, 2021, p. 147), por otro lado, el proyecto prevé fortalecer y profundizar los procesos de reflexión sobre las experiencias de soberanía tecnológica y prácticas contributivas desarrolladas a partir del diseño, tendido y uso de la red. Creemos que existe en ello una apuesta didáctica, pedagógica, política y filosófica de apropiación comunitaria de la experiencia y de las potencialidades de la red como herramienta tecnológica y cultural. Y allí es donde vemos un paralelismo con la Educación Tecnológica porque claramente hay una búsqueda de una formación filosófica-cultural que comprenda a la tecnología en su evolución y en sus

efectos, no solo de las actrices involucradas directamente en la experiencia, quienes son en primera instancia las que deben realizar la apropiación tecnológica y cultural, sino también de las estudiantes universitarias que forman parte del proyecto porque son potencialmente vectores de nuevas oportunidades tecnológicas de apropiación. Estas experiencias ofrecen una interesante posibilidad de pensar una nueva cibernética, una cibernética situada, latinoamericana que ejerza su rol epistémico en el amplio abanico de la tecnodiversidad.

Bibliografía

- Baladrón, M. (2018). Redes comunitarias: Acceso a internet desde los actores locales. *Hipertextos*, *6*(9), 65-98.
- Benamo, M. E., Campoamor, E., & D'Andrea, A. (2023). Entropoceno y automatización. Aportes filosóficos para una economía contributiva. En M. Mallamaci & H. Borisonik (Eds.), *Las economías digitales como hecho social total: Escalas, perspectivas e intersticios.* (pp. 132-141). UNSJ & UNSAM.
- Biset, E. (2022). Antropoceno. En A. Berti, D. Parente, & C. C. Bueno (Eds.), *Glosario de filosofía de la técnica* (pp. 46-50). La Cebra Ediciones.
- Breton, P. (2000). *La utopía de la comunicación*. Nueva Visión.
- Cancela, E. (2024). *Utopías digitales. Imaginar el fin del capitalismo.* Prometeo.
- Castillo, A. (2025). *Antropoceno como fin de diseño*. La Cebra Ediciones.
- Cavalli, A. (2023). *La reinvención del modo de vida mbyá frente a la construcción de la represa hidroeléctrica Yacyretá. De una controversia tecnológica a una controversia ontológica* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Quilmes.
- Consejo de Derechos Humanos de la ONU. (2016, junio 27). *Resolución A/HRC/32/L.20. Promoción, protección y disfrute de los derechos humanos en Internet.* https://ap.ohchr.org/documents/s/hrc/d_res_dec/a_hrc_32_l20.pdf
- Costa, F. (2021). *Tecnoceno: Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*. Taurus.
- Decreto 1552/2010. Plan nacional de telecomunicaciones «Argenitna conectada» (2010). https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1552-2010-174110/actualizacion
- Di Tullio, M. (2023). *Un futuro para la Puna de Jujuy: Discursos e imaginarios estatales sobre el desarrollo digital*. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/225150
- Hayles, K. (2017). *Unthought: The power of the cognitive nonconscious*. The University of Chicago Press.
- Hui, Y. (2020). *Fragmentar el futuro: Ensayos sobre tecnodiversidad.* Caja Negra.
- Hui, Y. (2022). *Recursividad y contingencia*. Caja Negra.
- Ley 27.078 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2014). https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/239771/texact.htm

- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica*. Ediciones Patagonia Escrita. https://carlosmarpegan.com/
- Quintanilla, M. Á., Parselis, M., Sandrone, D., & Lawler, D. (Eds.). (2017). *Tecnologías entrañables: ¿Es posible un modelo alternativo de desarrollo tecnológico?* Los Libros de la Catarata.
- Rodriguez, P. (2019). *Las palabras en las cosas. Saber, poder y subjetivación entre algoritmos y biomoléculas*. Cactus.
- Sábato, J. (Ed.). (2011). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Biblioteca Nacional.
- Stallman, R. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Madrid: Traficantes de Sueños, 2004. https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/144
- Stiegler, B., & Internation Collective (Eds.). (2021). *Bifurcate. There is not alternative.* Open Humanities Press.
- Varsavsky, O. (2010). *Ciencia, política y cientificismo y otros textos*.

14. ENSEÑANZA SITUADA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Tecnologías emergentes en el aula de Educación Tecnológica

Cristian Alejandro Merolla[78]

Resumen

En el contexto actual de acelerada transformación tecnológica, enseñar contenidos vinculados a los sistemas de control en el área de Educación Tecnológica requiere una mirada didáctica que trascienda la mera transmisión de conocimientos técnicos. Este artículo se propone analizar el desarrollo de propuestas de enseñanza en el nivel secundario, poniendo el foco en la selección de recursos accesibles, el trabajo colaborativo entre docentes y la reflexión crítica sobre la incorporación de tecnologías emergentes, como la robótica educativa y la programación por bloques.

La propuesta parte de la necesidad de articular saberes disciplinares con criterios didácticos y enfoques pedagógicos inclusivos y contextualizados. Desde esta perspectiva, enseñar sobre sistemas de control no solo implica abordar conceptos como la automatización, la lógica de funcionamiento o el uso de kits tecnológicos, sino también generar condiciones para que los estudiantes comprendan las relaciones que se dan entre las tecnologías de control con la sociedad, la cultura y procesos productivos.

A través de un enfoque tecnopedagógico situado, se busca promover una enseñanza crítica de las tecnologías de control, que habilite a los y las docentes a diseñar experiencias significativas y contextualizadas. El artículo presenta un recorrido formativo que integra los fundamentos teóricos y pedagógicos con criterios didácticos de la enseñanza de contenidos de sistemas de control.

Palabras claves: Sistemas de control, programación, robótica, kits didácticos.

[78]Cristian Alejandro Merolla. Docente e Ingeniero Electrónico con experiencia en el ámbito de la educación técnica y en aplicaciones industriales. Desde 2014 se desempeña como docente en los niveles medio y superior, así como capacitador de profesionales del sector industrial. Está especializado en pensamiento computacional, automatización y electrónica, con dominio de plataformas abiertas como Scratch, MakeCode, Micro:bit y Arduino. Su trayectoria incluye trabajos en entornos industriales, donde ha desarrollado tareas de mantenimiento eléctrico/electrónico, automatización y desarrollo de proyectos con PLC y HMI. Ha participado en procesos de mejora continua, soporte técnico y servicios especializados para plantas industriales y embarcaciones, combinando sólidos conocimientos técnicos con habilidades para la resolución de problemas en campo.

1. Introducción

La aceleración de los cambios tecnológicos y la creciente incorporación de sistemas automatizados en diversos ámbitos de la vida cotidiana, productiva y social exigen repensar la enseñanza de contenidos vinculados al control y la automatización en la escuela secundaria. En este escenario, el área de Educación Tecnológica se enfrenta al desafío de revisar y actualizar sus enfoques didácticos, analizando las posibilidades que brindan las tecnologías emergentes como la robótica educativa y la programación por bloques, sin perder de vista la necesidad de formar estudiantes capaces de comprender críticamente los procesos sociotécnicos que estas tecnologías implican.

Este artículo propone una mirada didáctica sobre la enseñanza de los sistemas de control, concebidos no sólo como contenidos técnicos, sino como una oportunidad para articular conocimientos disciplinares con herramientas pedagógicas orientadas a la interpretación, el análisis y la transformación del entorno. Desde una perspectiva crítica y situada, se plantea la construcción de propuestas contextualizadas, inclusivas y significativas, que integren recursos accesibles, estrategias activas y reflexión pedagógica.

A lo largo del desarrollo, se abordan los fundamentos teóricos y pedagógicos que sustentan la enseñanza de los sistemas de control, se profundiza en una concepción crítica de la tecnología como construcción social, y se analiza cómo estos enfoques pueden materializarse en propuestas didácticas concretas. Se desarrolla un recorrido argumentativo que organiza los núcleos centrales para la enseñanza de estos contenidos: la selección conceptual, la elección de recursos, el diseño de actividades contextualizadas y la incorporación de instancias de reflexión crítica.

Asimismo, se examina el rol docente desde una perspectiva formativa destacando la relevancia del fortalecimiento de las prácticas de enseñanza en el área de Educación Tecnológica y su proyección en los desafíos contemporáneos del campo educativo.

2. Fundamentos teóricos y pedagógicos de la enseñanza los contenidos de Sistemas de Control

La enseñanza de los sistemas de control en el área de Educación Tecnológica plantea desafíos que van más allá de la apropiación de conceptos técnicos. Requiere de marcos teóricos y pedagógicos que orienten la construcción de propuestas didácticas significativas, integradoras y contextualizadas. En este sentido, es necesario situar el abordaje de estos contenidos dentro de una perspectiva crítica, que permita a los y las estudiantes comprender no solo el funcionamiento de los sistemas automáticos, sino también sus implicancias sociotécnicas y culturales.

Este apartado se propone desarrollar los fundamentos que sustentan una enseñanza situada de los sistemas de control, basada en el cruce entre saberes disciplinares, selección de recursos didácticos accesibles, y estrategias pedagógicas activas.

A partir de los aportes de Linietsky (2018), se aborda la tecnificación de las operaciones como un proceso histórico que permite analizar cómo las tecnologías de control fueron reemplazando progresivamente tareas humanas.

Desde esta mirada, se entiende que enseñar sistemas de control no es únicamente enseñar cómo funcionan, sino también por qué y para qué existen, a quién benefician y qué transformaciones implican. Por ese motivo en el área de Educación Tecnológica el desarrollo de estos contenidos tiene como objetivo formar sujetos capaces de comprender, problematizar y actuar sobre los sistemas de control que atraviesan la vida cotidiana.

En este marco, una enseñanza significativa de los sistemas de control requiere clarificar una pregunta fundamental: ¿Qué queremos enseñar cuando enseñamos sistemas de control? Esta interrogante orienta la selección y organización de los contenidos, reconociendo que no se trata simplemente de incorporar tecnologías novedosas, sino de abordar saberes estructurantes que permitan a los estudiantes comprender los principios de funcionamiento de estos sistemas, sus lógicas internas y sus implicancias en la transformación del mundo social y productivo.

Entre los contenidos centrales que deben abordarse se encuentran, en primer lugar, las diferencias entre sistemas de control manuales y automáticos, entendidos como configuraciones tecnológicas que permiten regular procesos con distintos grados de

intervención humana. Esta distinción introduce a los estudiantes en la noción de automatización y en la lógica del reemplazo o delegación de funciones en artefactos o dispositivos programables.

En segundo lugar, es clave enseñar el control por programa fijo y el control por sensores, ya que estos conceptos permiten analizar cómo los sistemas automatizados responden a instrucciones preestablecidas o a condiciones variables del entorno. Comprender estas lógicas abre la posibilidad de explorar el vínculo entre la programación, la toma de decisiones automatizada y la capacidad de respuesta del sistema frente a estímulos externos.

Asimismo, el desarrollo de programas de acciones, constituye otro núcleo fundamental. Estos conceptos les permiten modelar y representar el comportamiento de un sistema técnico mediante esquemas y estructuras lógicas comprensibles. De manera que puedan analizar cómo progresivamente se van delegando acciones en los artefactos, y vayan construyendo la idea de tecnificación, que implica que las personas delegan acciones de control en los artefactos y estos se vuelven más complejos.

Finalmente es indispensable incorporar una reflexión crítica sobre los cambios sociotécnicos que trae aparejada la automatización, interrogando los impactos en el trabajo, la organización social, la sostenibilidad y las relaciones entre humanos y máquinas. Esta perspectiva permite que los contenidos técnicos se vinculen con la formación ciudadana, promoviendo una lectura crítica del mundo tecnológico y habilitando discusiones sobre los criterios que orientan la incorporación de ciertas tecnologías en detrimento de otras.

De este modo, la enseñanza de los sistemas de control en Educación Tecnológica debe combinar el desarrollo de habilidades técnicas con la capacidad de análisis y reflexión sobre los procesos que configuran las tecnologías y sus efectos en la sociedad. La selección de estos contenidos estructurantes no responde a una lógica meramente instrumental, sino a una intencionalidad pedagógica orientada a formar sujetos capaces de intervenir de manera informada, crítica y creativa en los procesos tecnológicos que atraviesan su vida cotidiana.

3. Enseñar tecnología desde una perspectiva crítica y situada

La Educación Tecnológica no puede reducirse a la transmisión de habilidades técnicas. Enseñar sobre sistemas de control implica también formar ciudadanos capaces de interpretar y transformar su entorno. Desde los aportes de Linietsky (2018) sobre la tecnificación de las operaciones, se entiende que el análisis de estos sistemas permite abordar sus implicancias sociales, productivas y culturales. Asimismo, el papel mediador de las TIC, según Richar (2018). habilita nuevas formas de enseñanza cuando se integran de manera reflexiva.

Abordar la enseñanza de la tecnología desde una perspectiva crítica y situada implica recuperar el carácter profundamente social, histórico y cultural de los procesos técnicos. Esta mirada permite trascender una visión instrumental de la tecnología para reconocerla como una construcción humana, en la que se materializan valores, intereses y relaciones de poder. En este sentido, enseñar contenidos vinculados a los sistemas de control no puede limitarse a su funcionamiento técnico, sino que debe integrar una reflexión sobre los impactos que generan en distintos contextos, así como sobre los criterios que guían su diseño, adopción y aplicación.

Tal como señala Barón (2010), el concepto de control puede entenderse como la acción de hacer que en un proceso, sistema o situación —ya sea natural, técnico o social— ocurran ciertas cosas deseadas y se eviten otras no deseadas. Esta definición, que se vincula con la idea de eficacia y eficiencia, permite introducir una noción clave en la enseñanza de estos contenidos: el control como mecanismo de regulación que limita libertades posibles (Barón, 2010). En los sistemas técnicos, el control se manifiesta en dispositivos, materiales o programas que regulan variables físicas, como la temperatura, la luz, el sonido o el movimiento.

Desde esta perspectiva, es interesante trabajar con los y las estudiantes la relación entre acciones de ejecución y acciones de control, tanto en sistemas manuales como automatizados. Por ejemplo, al cortar con una tijera, se realiza una fuerza principal (ejecución), pero también una serie de pequeñas correcciones para seguir la línea deseada (control). Estas distinciones, aplicadas a herramientas o artefactos cotidianos, permiten visibilizar cómo los sistemas técnicos replican, automatizan o delegan funciones humanas mediante sensores, programas y dispositivos de control.

Incorporar esta mirada en el aula implica problematizar los procesos de automatización, no solo como avance técnico, sino como fenómeno sociotécnico. ¿Qué trabajos se ven transformados o desplazados por sistemas autorregulados?, ¿cómo se distribuyen los beneficios y los costos de la automatización?, ¿qué decisiones humanas están detrás de los algoritmos y sistemas automatizados que se presentan como neutros?

Esta postura pedagógica supone habilitar espacios donde los y las estudiantes puedan reconocer los principios de funcionamiento de los sistemas de control, identificar las formas en que estos transforman su entorno, y desarrollar herramientas conceptuales y técnicas para intervenir de manera reflexiva y creativa en los procesos tecnológicos que los rodean.

4. Sobre la construcción de propuestas pedagógicas

Tal como se desarrolló en los apartados anteriores, la enseñanza de los sistemas de control requiere una selección fundamentada de contenidos que articule los saberes de los NAP con una postura pedagógica situada y crítica. Esta elección debe guiar el diseño de propuestas didácticas que permitan una apropiación significativa por parte de los y las estudiantes, considerando sus contextos, trayectorias y posibilidades concretas de trabajo en el aula.

Uno de los aspectos centrales en este proceso es la selección de recursos didácticos, entendidos como mediadores del aprendizaje. En este sentido, se propone el uso de kits tecnológicos accesibles y software gratuito, cuya incorporación responde a una serie de criterios pedagógicos y didácticos que orientan su uso reflexivo y progresivo:

Criterios para la selección de recursos

- **Accesibilidad**: Se prioriza la utilización de hardware de bajo costo y software libre y gratuito, que pueda ser implementado en instituciones educativas con recursos limitados. Esta elección permite ampliar las posibilidades de trabajo grupal, al facilitar la disponibilidad de varias unidades para promover la manipulación directa y el trabajo en pequeños grupos.
- **Exploración gradual**: Los kits seleccionados deben permitir la exploración modular de sus componentes, adaptándose a distintos niveles de

conocimiento y habilidades motrices. Esta característica facilita una apropiación progresiva, respetando los ritmos individuales de aprendizaje.

- **Gradualidad en la complejidad**: Es necesario que tanto los recursos físicos como digitales posibiliten una complejización escalonada de las propuestas. Por ejemplo, se puede iniciar con actividades básicas —como encender un LED o accionar un motor— e incorporar progresivamente nuevos elementos, como la lectura de sensores, la programación de estructuras condicionales o el diseño de algoritmos con bucles.
- **Promoción de la autonomía**: La organización del trabajo en niveles de dificultad creciente fomenta la autonomía de los y las estudiantes, consolidando los aprendizajes en cada etapa y potenciando su capacidad para enfrentar nuevos desafíos con herramientas cognitivas y técnicas.

Una vez definidos los contenidos y seleccionados los recursos, el siguiente paso en la construcción de la propuesta consiste en identificar problemas o situaciones significativas que sirvan como disparadores para el aprendizaje. En este punto, se sugiere el diseño de actividades centradas en la resolución de problemas contextualizados, tales como el armado de sistemas sencillos (alarmas, semáforos, robots móviles, entre otros), que permitan a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos de forma activa y significativa.

Estas propuestas no deben quedarse en el plano técnico. Por el contrario, es fundamental incorporar instancias de reflexión crítica que promuevan el análisis de los impactos sociotécnicos de los procesos de automatización: ¿Qué implicancias tiene delegar ciertas funciones a sistemas automatizados? ¿Cómo afectan estas decisiones a la organización del trabajo y a la vida cotidiana? ¿Quién decide qué se automatiza y con qué fines?

Este recorrido metodológico —desde la selección de contenidos y recursos hasta la implementación de actividades y la reflexión crítica— favorece un aprendizaje activo, que integra el desarrollo de habilidades técnicas con el pensamiento analítico y la formación ciudadana. Así, se consolida un enfoque didáctico que reconoce a la tecnología no solo como objeto de estudio, sino como campo de intervención

pedagógica, en el que se forman sujetos capaces de comprender y transformar su entorno.

5. El rol docente

El diseño e implementación de propuestas didácticas para la enseñanza de los sistemas de control requiere no solo del conocimiento técnico, sino también de una formación docente que articule saberes disciplinares, competencias didácticas y capacidad de análisis crítico del contexto. En este sentido, el rol docente es clave como mediador de experiencias significativas de aprendizaje, así como actor reflexivo que puede repensar sus propias prácticas a partir del diálogo con otros y de la actualización permanente.

Con el objetivo de acompañar y fortalecer este proceso, se diseñó un dispositivo de capacitación docente que integra tres dimensiones complementarias: la actualización disciplinar, el desarrollo didáctico y la reflexión pedagógica colaborativa. Este enfoque busca responder a las demandas actuales de la enseñanza de la tecnología en el nivel secundario, reconociendo la necesidad de construir saberes situados, pertinentes y sostenibles en función de las realidades institucionales.

Actualización disciplinar

La primera dimensión del dispositivo formativo se orienta a fortalecer los conocimientos técnicos fundamentales que los y las docentes necesitan para abordar los contenidos de sistemas de control en el aula. Esta actualización se organiza en torno a cuatro ejes:

- Electricidad básica: comprensión de circuitos simples y conexiones de componentes eléctricos.
- Electrónica básica: identificación de señales digitales y analógicas, reconocimiento de entradas y salidas, uso de sensores y actuadores.
- Programación por bloques: introducción a estructuras fundamentales como secuencias, bucles y condicionales, en entornos accesibles y visuales.

- Lectura de diagramas de flujo: representación gráfica de acciones de ejecución y control, como forma de planificación, análisis y comunicación técnica.

Estos saberes no se conciben como conocimientos previos excluyentes, sino como un horizonte formativo que los docentes pueden construir progresivamente a partir de experiencias prácticas, acompañadas por el dispositivo de capacitación.

Desarrollo didáctico

La segunda dimensión busca articular los contenidos técnicos con estrategias pedagógicas activas y contextualizadas. Se promueve el diseño y la implementación de propuestas que integren actividades significativas, tales como:

- El armado de sistemas de control sencillos, como alarmas, semáforos o barreras automáticas, que permitan aplicar los conceptos aprendidos.
- La elaboración de esquemas de representación, como diagramas de flujo, que sirvan para organizar y comunicar procesos técnicos.
- El desarrollo de proyectos de resolución de problemas, en los que los estudiantes usen kits de robótica y software accesible para abordar desafíos reales o simulados, promoviendo la creatividad y el trabajo colaborativo.

Estas propuestas no se limitan a la dimensión técnica, sino que incorporan una mirada crítica sobre los efectos de la automatización en distintos aspectos de la vida cotidiana, abriendo espacio para la reflexión sobre sus impactos sociales, culturales y laborales.

Reflexión pedagógica colaborativa

Finalmente, el dispositivo de formación sostiene la necesidad de generar espacios de intercambio entre docentes, donde se puedan compartir experiencias, analizar prácticas y construir colectivamente nuevas estrategias de enseñanza. Esta dimensión reconoce el valor del trabajo colaborativo como motor del desarrollo profesional continuo y como condición para la consolidación de comunidades pedagógicas activas.

Desde esta perspectiva, los y las docentes no son meros receptores de propuestas externas, sino protagonistas en la producción de saberes y en la transformación de

sus propias prácticas. La propuesta formativa se adapta a las características y recursos de cada contexto educativo, y promueve una enseñanza crítica, situada y reflexiva de la tecnología.

En síntesis, el rol docente en la enseñanza de los sistemas de control implica la combinación de conocimientos técnicos, criterios didácticos y compromiso pedagógico con una formación que habilite a los estudiantes a comprender, cuestionar y actuar sobre los procesos tecnológicos que configuran su realidad.

6. Conclusiones

A lo largo de este artículo se ha desarrollado una propuesta didáctica centrada en la enseñanza de los sistemas de control en el área de Educación Tecnológica, poniendo en diálogo fundamentos disciplinares, criterios pedagógicos y recursos accesibles. En este marco, se destacó especialmente el potencial didáctico de los kits de programación y robótica, no solo como herramientas técnicas, sino como tecnologías educativas que habilitan nuevas formas de enseñar, aprender y reflexionar críticamente sobre los procesos sociotécnicos contemporáneos.

Es importante subrayar que el abordaje de estos contenidos no es nuevo en la Educación Tecnológica. Durante años se han desarrollado experiencias valiosas mediante el uso de sistemas electromecánicos —como semáforos armados con cilindros, sistemas automatizados con levas o tarjetas perforadas— que permitieron modelizar problemas técnicos reales en el aula. Estas propuestas, enmarcadas en un enfoque epistemológico y didáctico sólido, siguen teniendo plena vigencia y son fundamentales para comprender el desarrollo histórico de los sistemas de control.

Sin embargo, la incorporación de kits de robótica y software de programación por bloques, accesibles tanto económica como operativamente, ha abierto nuevas posibilidades para el trabajo didáctico con estos contenidos. Estas herramientas permiten representar y resolver problemas técnicos en menor tiempo, favorecen la autonomía del estudiantado, y hacen posible avanzar de manera gradual en la complejización de los sistemas de control, respetando los distintos ritmos de aprendizaje.

Además, el uso de simuladores digitales como Tinkercad o RoboMind complementa estas experiencias, especialmente en contextos donde no se dispone de kits físicos.

Estos entornos virtuales permiten trabajar conceptos de programación, representación de flujos y lógica de control con precisión y flexibilidad, reduciendo las limitaciones materiales y favoreciendo la inclusión.

Es fundamental aclarar que el uso de estos recursos no implica que en el área de Educación Tecnológica se enseñe robótica o ciencias de la computación como contenidos en sí mismos. Lo que se enseña son contenidos específicos del campo tecnológico, prescriptos en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) y en los diseños curriculares jurisdiccionales, tales como los sistemas de control, la representación de procesos y los impactos sociotécnicos de la automatización. Los kits y los simuladores no son fines en sí mismos, sino medios didácticos que potencian la comprensión de estos contenidos y facilitan su integración en propuestas situadas y significativas.

En suma, la incorporación crítica y pedagógica de tecnologías educativas en el aula no solo mejora la enseñanza de contenidos, sino que también habilita espacios para que los y las estudiantes analicen, modelicen y reflexionen sobre los sistemas que organizan la vida cotidiana. Desde esta perspectiva, la innovación tecnológica en educación no reemplaza los enfoques construidos históricamente, sino que los amplía, los articula y los resignifica en función de los desafíos actuales.

Referencias bibliográficas

- Barón, M. (2010). *Las tecnologías del control.* En V. Fernández Caso & A. Díaz (Coords.), *Educación tecnológica: abordaje didáctico en el nivel secundario* (pp. 22–38). Escuela de Capacitación Docente – CEPA. *Disponible en https://buenosaires.gob.ar/areas/educacion/cepa/aavv_ed_tecnologica.pdf*
- Linietsky, C., & Orta Klein, S. (2018). Propuesta para el Ciclo Básico Secundario. En S. Orta Klein (Ed.), *Educación tecnológica: Un desafío didáctico* (pp. 241–263). Novedades Educativas.
- Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2018). *Educación tecnológica.Los sistemas automáticos: primer año. - 1a edición para el profesor* -. Dirección General de Planeamiento Educativo. Recuperado de: https://buenosaires.gob.ar/sites/default/files/media/document/2018/07/20/15b5507ee5efda3a33daa61ed2fb57d1e12399f2.pdf

- Ministerio de Educación e Innovación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2018). *Del control automático a la robótica*. Recuperado de: https://buenosaires.gob.ar/sites/default/files/media/document/2018/09/28/9f1094417dd728b1008ff1096272157e8f8df67d.pdf
- Richar, D. (2018). El lugar de las TIC en la Educación Tecnológica. En S. Orta Klein (Ed.), *Educación tecnológica: Un desafío didáctico* (pp. 167–191). Novedades Educativas.

15. EDUCACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS ESCUELAS INTERCULTURALES BILINGÜES DE LA PROVINCIA DE MISIONES

Cecilia Cristina Figueredo[79]

Resumen

En este artículo se presenta un recorte de la investigación realizada en el marco de la maestría en Cultura Guaraní Jesuítica de la Facultad de Arte y Diseño. Se da cuenta de un trabajo de campo en la comunidad de Ka'aguy Poty, en el Valle del Cuña Pirú, municipio de A del Valle, departamento Cainguas, Provincia de Misiones. Además, se parte de una exploración de documentos desde la Constitución Nacional, Constitución Provincial; Ley Nacional de Educación Nacional; Ley Provincial de Educación; Documentos curriculares, Nacionales y Provinciales bajo el paradigma interpretativo. Se abordan los saberes como aportes propios de la comunidad mbya guaraní de Ka'aguy Poty, del Valle del Cuña Pirú Aristóbulo del Valle provincia de Misiones con el propósito de estipular principios básicos para la enseñanza de la tecnología en escuelas interculturales bilingües de la provincia de Misiones.

Palabras clave: Comunidad Mbya Guaraní - Educación Intercultural Bilingüe - Educación tecnológica – Culturas tecnológicas

Educación Intercultural

En Misiones hay numerosas Escuelas interculturales Bilingües, la mayor parte en las comunidades de los mbya guaraní que habitan la provincia. El 49 % del total de las

[79] Cecilia Cristina Figueredo es profesora en Educación tecnológica. Especialista en CUltura Guaraní Jesuítica. Investigadora categoría III. Se desempeña como docente regular por concurso en la Facultad de Arte y Diseño Universidad Nacional de Misiones. Coordinó la elaboración y redacción del Diseño Curricular de la Provincia de Misiones espacio de Tecnología para el nivel primario. Dirige la carrera del profesorado en Educación Tecnológica desde el año 2019 a la fecha. Coordinó la redacción y parte de la elaboración del Nuevo Plan del Profesorado en Educación Tecnológica aprobado en el año 2022. Es miembro del comité de investigación de la FAyD. Participa en numerosos eventos de educación tecnológica. Es coordinadora del Nodo Oberá de Investigación Educativa de la Provincia de Misiones. REDINE. Referente de la REDINE para latinoamérica de Investigación Educativa en encuentro de Saberes. Dirige proyectos de extensión y de investigación. cecilia.figueredo@fayd.unam.edu.ar

instituciones de enseñanza intercultural tiene horas para la enseñanza del espacio de tecnología. En escasas escuelas se designaron a egresados de la carrera de Educación Tecnológica. En muy pocas escuelas se enseña tecnología a pesar de contar con las horas, y en un gran número se enseña informática, huerta y jardinería o educación para el trabajo.

Asimismo, los marcos legislativos comenzando por la Ley Nacional de Educación N° 26206, utilizan conceptos como Educación Intercultural Bilingüe dándole a la modalidad un status normativo. Esta modalidad también está contemplada en la Ley VI provincial de Educación Provincial, y en ésta, garantiza la incorporación de los indígenas en la figura del Docente Auxiliar Indígena (ADI) y se compromete a incluirlos en los Proyectos Curriculares Institucionales (PCI). Existen organismos como la Dirección de Políticas Lingüísticas y la Dirección de Asuntos Guaraníes, que intentan dar voces a los Mbya Guaraní.

Los mbya guaraní

La comunidad mbya Guaraní es un grupo étnico perteneciente a la rama Guaraní del tronco originario Tupí-Guaraní, pueblo habitante natural de la selva paranaense meridional, que ha permanecido desde hace más de tres mil años hasta el siglo XXI como unidad social, con perspectiva de preservar su diferencia. Okulovich (2016) sostiene que esta comunidad tiene una cosmovisión del mundo con elementos más allá de los descritos en el enfoque sociotécnico[80] de los pueblos no indígenas, que se manifiesta en el trabajo en terreno.

Desde sus voces se recupera: "*somos una cultura espiritual"* mburuvicha[81] (14 de octubre de 2022 conversatorio). Se trata de una comunidad en particular que debe ser respetada y preservada que tiene un "... sistema de valores que lleva al grupo a constituirse en depositario celoso de un saber respetado hasta en el más humilde gesto cotidiano y a permanecer como protectores fieles de sus creencias y tradiciones, custodiados por propia ley" (Okulovich, 2016, p.35). En este sentido, es

[80] Orta Klein (2018) considera las dinámicas de las relaciones entre los distintos actores que forman parte de los sistemas, donde se hace presente lo social como parte indisoluble de lo técnico y que se sostienen en las propuestas de los curriculum provincial y nacional para la enseñanza de la tecnología.
[81] Mburuvicha: jefe-Líder-Cacique

un desafío la interpretación de algunas dimensiones, pero a su vez sumamente necesario.

La práctica pedagógica situada es emancipadora e intenta dar sentido a la educación desde los intereses constitutivos del conocimiento que tienen los sujetos; en las escuelas interculturales se hace presente en la enseñanza y en el aprendizaje. Por esto interesa conocer desde la mirada de los indígenas, desde sus voces, qué concepción de enseñanza, de territorio, de lengua, tecnología, tiempo, espacio sostiene la cultura mbya guaraní; cuáles son los saberes de la cultura mbya, sus insumos, los medios técnicos, qué cambios y continuidades hay en los procesos para iniciar un diálogo que construya un curriculum dialógico que los incluya para avanzar en la construcción de un currículum intercultural como existe en algunos países latinoamericanos.

La investigación realizada visibiliza una cosmovisión con mirada holística de la tecnología, saberes y prácticas que posibilitan el desarrollo del pensamiento tecnológico; entendiendo como pensamiento tecnológico:

> La actividad mental de orden estructural, funcional y dinámico que, por un lado, define una forma particular e intencional de ver, abordar, operar e intervenir la realidad (percibible e inteligible) en que el ser humano se desenvuelve, y por el otro, un modo creativo de adquirir, representar, aprender, articular y/o modificar los saberes y objetos de conocimiento que subyacen a esta realidad, con el fin de construir cuerpos estables de conocimiento tecnológico que le permiten [al hombre] solucionar problemas, satisfacer necesidades y/o resolver deseos que surgen de su relación técnico instrumental con los contextos de actuación (natural, artificial, personal y epistémico) que mejoran la calidad de vida social e individual al transformarla (Merchán. 2018 p. 15).

Sin embargo, para estas dimensiones que el investigador colombiano y su equipo plantean, surgen diferencias entre la cultura indígena y la no indígena.

En este punto es necesario decir que para los mbya hay saberes que son completamente diferentes a los no indígenas. Para los mbya guaraníes el tiempo se divide en, Ára pyau “tiempo nuevo” que se inicia con la primavera y dura hasta el verano. Ára yma, “tiempo viejo” inicia en otoño y dura hasta finalizado el invierno. Cebolla Badie (2016) presenta un tercer tiempo, que en las entrevistas y charlas

realizadas en la investigación no se había expresado. Se nombra, el tiempo nuevo Ára Payu, el tiempo viejo Ára Yma y un tiempo del medio Ára mbyte de enero a marzo. Gorosito Kramer (2010) citada por Cebolla Badie (2016) dice que el tiempo para el guaraní es circular. Sin embargo, para él no indígena el tiempo es una construcción social, desde una racionalidad lineal que organiza la vida de los seres humanos, en función de responsabilidades, sobre todo biológicas y productivas. El territorio: “La tierra es lo que sostiene la vida no solamente de las plantas sino de los seres humanos; el territorio para nosotros es diferente que para ustedes los Juruá”. En ese sentido el territorio está vinculado al concepto Tekoa. Meliá (1991) citado por Cebolla Badie, (2016) expresa que el Tekoa es el lugar donde se dan las condiciones para que el guaraní desarrolle el modo de ser. Castiñeira (2017) nos dice que “La representación objetiva de la tierra y la posesión de la misma no se corresponde al tekoha guaraní ni al modo de ser al que se encuentra ligado” (Castiñeira 2017 p 242). El autor continúa diciendo “él mismo no se encuentra más allá de la naturaleza y por este motivo se aproxima esta antigua visión a la denominación del tekoha como relaciones geo-sociales” (Castiñeira 2017 p. 242).

Desde ese lugar cuando se habla de contexto como espacio geográfico o territorio como espacio físico se hace complejo coincidir en una idea entre el indígena y el no indígena, se entiende que para la enseñanza del pensamiento tecnológico es un punto a construir, para problematizar la realidad de los sujetos, para conocerla, interpretarla o intervenir. Con respecto al concepto de necesidad investigado, no hay una distancia epistemológica en la definición del concepto tomando lo que dice Basalla: “Una necesidad para un pueblo, generación o clase social puede carecer de valor utilitario, o puede ser un lujo superficial para otro pueblo, generación o clase social”. (Basalla 1991 p.25). En este sentido los miembros de la comunidad de Ka’aguy Poty manifiestan que la mayor necesidad es la de estar en armonía y tener salud. El Mburuvicha dijo, “a los miembros de la comunidad no nos gusta tener problemas, somos un pueblo tranquilo que queremos estar sanos y vivir en paz”. Desde esa manera de ver la realidad cotidiana, la problematización no está en su pensamiento, más bien su deseo es estar en equilibrio con su ambiente natural y sin necesidades superfluas; esto puede relacionarse con Ortega y Gasset: “Condiciones naturalmente necesarias para vivir.

El hombre reconoce esta necesidad material u objetiva y porque la reconoce la siente subjetivamente como necesidad" (Ortega y Gasset 1939 p.5).

Por otro lado, la búsqueda de armonía en consonancia con la espiritualidad del indígena mbya "el sol viene todos los días, me levanto para recibirlo, cuando se va me duermo" … "trato de estar en conexión con el sol" (Chamorro, Eliseo, 10 de mayo de 2023, nota de campo). El día como una oportunidad de estar bien, de estar en paz con la naturaleza y con su entorno. En esta dirección se puede inferir que la necesidad de estar bien y de satisfacer necesidades básicas pueden ser los motivos de producir artificialidad, no asociadas al "progreso" como lo concibe el no indígena, sobre todo los etnocentristas europeos o descendientes de esas culturas.

Tecnología, prácticas técnicas y cosmovisión

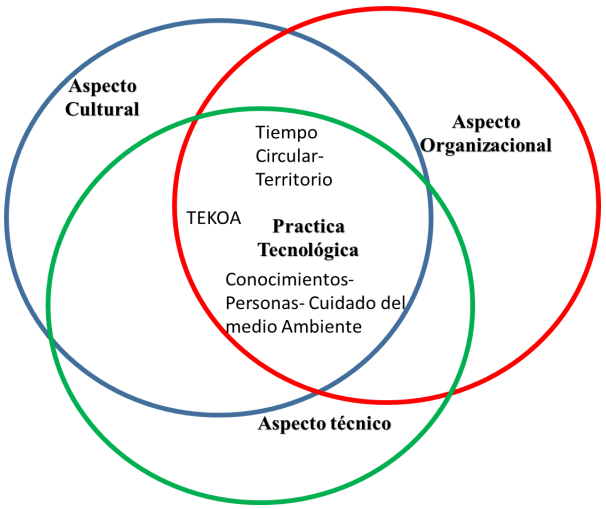
Se investigó qué entienden por tecnología. "La tecnología está en todas partes" (Chamorro, E., nota de campo 2019). "La tecnología es conocimiento puesto en práctica" (Chamorro, E. 10 de mayo de 2023 en nota de campo).

Ahora bien, hay visiones de la tecnología restringidas y otras superadoras de la primera. Considerando que la tecnología es "una actividad humana y parte de la vida" (Pacey 1983, p.17); tomamos el esquema que el autor desarrolló para definir tecnología – práctica tecnológica, mencionando que esto permite tener en cuenta diferentes aspectos aunque a veces las personas ven solo alguno de ellos, y no todos. Vemos así que este esquema presenta un aspecto cultural-organizativo y técnico. Si pensamos en la cosmovisión indígena (cuando analizamos aspectos de su cultura y su cosmovisión del mundo, vimos que tienen saberes y prácticas diferentes a los no indígenas, como ser, en el aspecto cultural su cosmovisión del mundo humanizada y expandida, en cuanto a los aspectos organizativos, su visión del mundo con una mirada circular del tiempo, un espacio colectivo) sin propiedad privada, sin límites en los territorios, que difiere del tiempo industrializado, de los terrenos privados y de los territorios definidos de los no indígenas. Y por último en el aspecto técnico ambas culturas tecnológicas[82] tienen conocimiento, destreza, técnicas, herramientas, etc, pero el mbya guaraní de la comunidad de Ka'aguy Poty no usa máquinas para la elaboración de los productos, busca el equilibrio con la

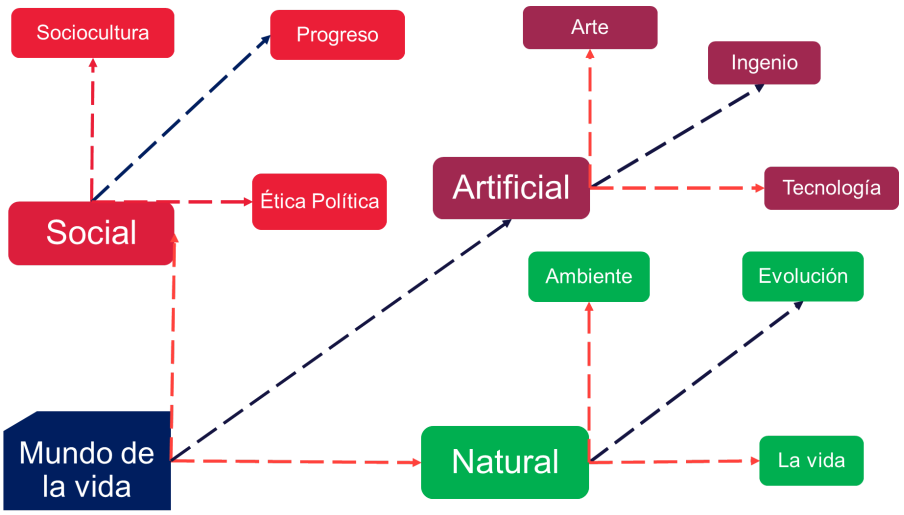
[82] Para la noción de cultura tecnológica ver Marpegán (2021, pág 124-127, y 2023). Para la noción ampliada de culturas tecnológicas ver Leliwa y Salguero (2023) y el artículo de Leliwa y Salguero en este mismo número.

tierra y con la naturaleza, ya que “La tierra es lo que sostiene la vida, no solamente de las plantas sino de los seres humanos” (Chamarro. E. 18 de mayo de 2021 en nota de campo)

El esquema siguiente sintetiza esta manera de ver desde la cosmovisión del mbya guaraní:



Por otro lado, se analiza la manera de ver el mundo, partiendo desde la visión del no indígena. Para ello se toman tres dimensiones tal como lo presenta Merchán Basabe (2023), el mundo de la vida: Natural-Artificial-Social



Merchán Basabe C (2023) Esquema presentado en el conversatorio “Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento tecnológico”. Proyecto Fortalecimiento de la Formación Docente a partir del vínculo entre la universidad y el campo profesional. FAyD-UNaM.

Las diferencias entre los mencionados puntos deben ser consideradas hallazgos de la investigación. En efecto, en la cosmovisión de los mbya guaraní de la comunidad de Ka'aguy Poty que se relevó se presentan las siguientes características.

El mundo natural:

A- En el mundo natural la mirada de la comunidad mbya guaraní de Ka'aguy Poty sobre el ambiente es de conservación- preservación y equilibrio.
B- La evolución no está pensada en el sentido del progreso tal como lo pensamos los euros centristas, sino en el sentido de Equilibrio.
C- La vida es considerada en equilibrio con la vida de los animales y de las plantas (que también tienen vida y son valoradas).

El mundo artificial:

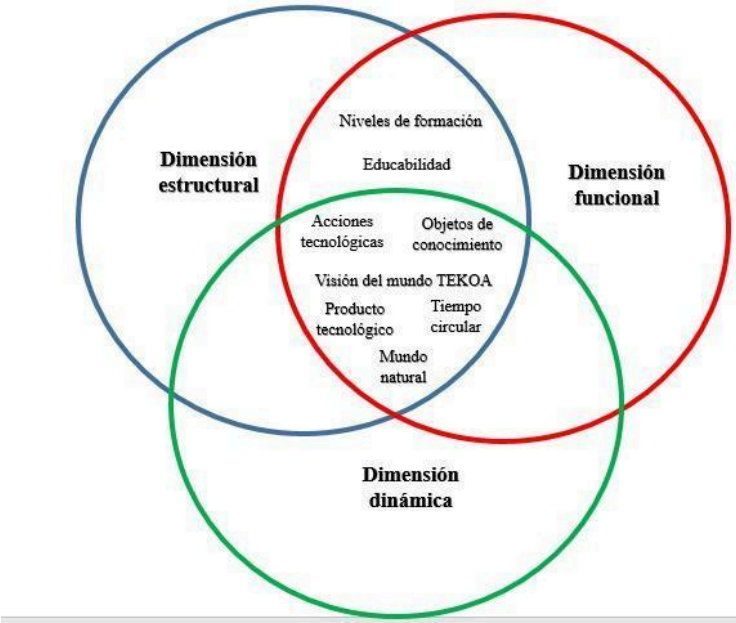
A- La tecnología es interdisciplinaria y holística.
B- El ingenio es para estar bien en el mundo. Son creativos y habilidosos, del modelo mental pasan al gesto realizado, buscan la armonía y el equilibrio. No diseñan en lenguajes verbales o no verbales- Son analógicos-
C- Los mbya producen arte, pero no lo denominan así. En este sentido Simondon (2007) habla de tres niveles primarios de pensamiento: el técnico-religioso-estético- y menciona que estos niveles pueden ser aprendidos por experiencias directas y que los objetos que resultan de esta manifestación pueden evidenciarse, pero no los esquemas de pensamiento.

El mundo social:

A- Tienen una cultura con valores propios. Ética política y regímenes de normas desarrolladas para la convivencia armoniosa de sus miembros.
B- El progreso está asociado al capital cultural que se pone en juego en la preservación de la lengua y el territorio.
C- Lo sociocultural, puede interpretarse como Tecno-Eco-Espiritual coincidiendo con Okulovich (2016).

Como resultado de este análisis se señala que la separación tal como lo presenta Merchán Basabe (2013-2018) resulta compleja y hasta inviable, ya que los

mbya guaraní como etnia no fragmentan la vida en el mundo en categorías (como por ejemplo social, natural y artificial); somos los no indígenas quienes nos esforzamos por hacerlo. Su cosmovisión es “vida biológica y espiritual a través de una relación socio cósmica predatoria” (Okulovich 2016 p. 38)

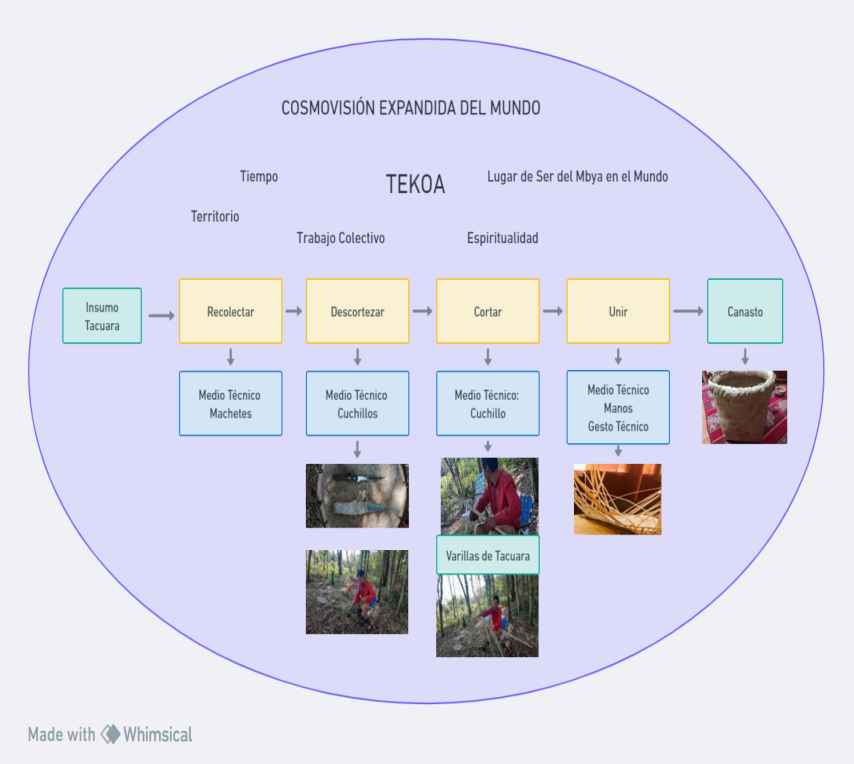


Representación de los modos de ver la vida (interpretación resultado del análisis de los saberes de la comunidad mbya de Ka’aguy Poty)

En cuanto a las dimensiones propuestas para el desarrollo del pensamiento tecnológico por Merchán Basabe (2013-2018), entendemos a la dimensión estructural como presente en ambas culturas, ya que es una dimensión que contempla las posibilidades de aprender de los seres humanos y los intereses de conocimiento intrínsecos de los sujetos. La dimensión funcional que aborda acciones tecnológicas, propias de cada cultura y los niveles de formación son una condición que la ley garantiza a ambas. Y para la dimensión dinámica inferimos algunos saberes o maneras de estar en el mundo que son diferentes, como son el tiempo y el espacio, o la necesidad, pero ambas culturas tienen un contexto socio histórico-cultural y económico con condiciones ético-políticas y productos tecnológicos diferentes. El segundo esquema es entonces más representativo de la visión indígena.

Un ejemplo sencillo: el proceso de elaboración del producto canasto

El gráfico resume la cosmovisión guaraní que subyace en este proceso productivo de elaboración de canastos a partir de varillas de tacuara.



El proceso de fabricación de un canasto puede ser interpretado con los anteojos del currículo[83] de la Educación Tecnológica a través de sus tres ejes. El eje uno de los NAP, de los procesos tecnológicos, se presenta asociado con las operaciones[84] de: recolectar, descortezar, cortar y unir. El eje dos de los medios técnicos, con las herramientas utilizadas (cuchillos, machete) y con los conocimientos y procedimientos asociados. El contexto que visibiliza el esquema, contiene saberes de la cultura mbya y su cosmovisión a la hora de realizar un proceso cuyo resultado es el producto canasto. Se considera que el eje tres de la tecnología como proceso sociocultural, cambios y continuidades tiene que ver con la mirada filosófica de la causalidad (relación causa-efecto), con un enfoque finalista que no es de los indígenas, porque hay un sentido circular en la cosmovisión de la

[83] Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación (2007). Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Educación tecnológica Nivel Primario Segundo ciclo. Resolución 135/11 Consejo Federal de Educación.
[84] Las operaciones son las acciones que transforman el insumo

comunidad mbya. “La interpretación de cambio y continuidad tienen una lógica de causalidad de la cultura no indígena. Los mbya tienen un modo de pensar que es más dialógico relacional, que no se reduce a causalidad y finalidad” (Castiñeira 2023, en nota de campo 15 de agosto 2023). Sin embargo, la investigación realizada por Okulovich (2013) expresa “...poco a poco, los guaraníes fueron avanzando en un proceso continuo de cambios en la vida comunitaria” (Okulovich 2013 p. 274), por lo que inferimos que debemos plantear la posibilidad de una futura investigación para avanzar sobre este tema, y así poder formular propuestas más coherentes hacia una genuina Educación Tecnológica en el marco Intercultural Bilingüe.

Educación Intercultural Bilingüe y Educación Tecnológica

En el debate sobre el destino de las comunidades guaraníes del noreste argentino es clave el rol que juega la tecnología en estos escenarios, y la forma en que la Educación Intercultural Bilingüe asume los desafíos implicados. Como docente de un Profesorado[85] Se reconoce que no se forma a los futuros docentes de modo específico para el desempeño en la modalidad intercultural bilingüe, sin embargo, el título docente habilita para ejercer en la misma, lo que conlleva una excelente oportunidad para reformular esquemas novedosos de enseñanza en estos contextos interculturales. Claro está que este trabajo es tan sólo un primer paso para dilucidar algunas cuestiones primordiales que plantea la formación tecnológica en estos escenarios, con el propósito de analizar el valor y el alcance de una Educación Tecnológica no invasiva, pero promotora y efectiva, como recurso vital para potenciar una cultura tecnológica guaraní propia y situada. En particular interesa indagar de qué modo las técnicas originarias locales y sus múltiples proyecciones pueden influir en las políticas educativas y en la implementación de una pedagogía transformadora, con el objetivo de aunar formación tecnológica y formación ciudadana, adaptando eficazmente los lineamientos curriculares sin violentar la cosmovisión indígena y sus principios fundantes.

En este marco, conviene enfatizar que este análisis no intenta comparar las culturas, sino más bien poner en valor la cultura mbya guaraní de la comunidad de Ka’aguy Poty, cuyo quehacer tecnológico parte de los saberes ancestrales, con énfasis en conservar la identidad comunitaria, el patrimonio técnico y el equilibrio

[85] Profesorado en Educación tecnológica. Facultad de Arte y Diseño Universidad Nacional de Misiones

con la naturaleza. Para ello el desafío consiste en integrar eficazmente la Educación Tecnológica a las estructuras curriculares de una genuina Educación Intercultural Bilingüe.

Breves conclusiones

El presente artículo anticipa el avance de una investigación en pleno desarrollo que tiene un extenso y promisorio horizonte futuro. Hemos presentado aquí una interpretación provisoria del espacio tecnológico compartido por la comunidad de Ka'aguy Poty. Se respeta su cosmovisión y se propone como punto de partida para diálogos que aspiren a construir un curriculum intercultural bilingüe virtuoso y promotor de un buen vivir. En otras palabras, buscamos promover el despliegue de una cultura tecnológica situada, con su estilo originario propio, que recree los saberes ancestrales y que prospere para mejorar las condiciones de vida de sus comunidades.

En resumen, se sostiene que la Educación Intercultural Bilingüe debe ser situada, es decir debe respetar la cosmovisión y los intereses de los indígenas, promoviendo la mirada sobre sus propios procesos, sus propios medios técnicos y la reflexión de los métodos bio-tecno-espirituales de la comunidad. En este marco, la enseñanza de la Educación Tecnológica tiene un valor formidable porque es parte esencial del desarrollo de un ciudadano argentino integral e integrado en el mundo actual, pero respetuoso de las diferentes culturas. Por último, pero no menos importante, se señala la importancia de ser vigilantes evitando causar la fragmentación de la mirada holística propia de los indígenas, minimizando el parcelamiento y la segmentación de las diferentes disciplinas escolares con una pedagogía totalizadora más integrada y más interdisciplinaria.

Referencias

- Castiñeira, S. D. (2017) *Don y Reciprocidad: de Bartomeu Meliá a la filosofía contemporáneas*. Editorial.
- Cebolla Badie, M. (2015). Rituais de iniciação e relações com a natureza entre los mbya-guarani, *Mana*, (21), 7-34.

- Leguizamon G.; Ortiz, M. L.; Saavedra, B., C. E. (Coompiladores) (2018) *Propuestas didácticas para el aprendizaje en tecnología e informática*. Tunja. Editorial: UTPC. 2018
- Leliwa, S y Salguero, S (2023). “Posthumanismo, cultura tecnológica y prácticas pedagógicas”. *Estudios Posthumanos*, 2, pp. 202-227.
- Marpegán, C. (2023). “El papel de la educación en la construcción de la cultura tecnológica”. *Estudios Posthumanos*, 2, pp. 183-201.
- Marpegán, C. (2021), *Glosario de la Educación Tecnológica*, Bariloche: Ediciones Patagonia Escrita. Versión digital: https://www.carlosmarpegan.com/
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación (2007). Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Educación tecnológica Nivel Primario Segundo ciclo. Resolución 135/11 Consejo Federal de Educación.
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación (2007). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Educación Inicial*. Resolución 135/11 Consejo Federal de Educación
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología provincia de Misiones, *Diseño Jurisdiccional de la provincia de Misiones para Nivel Primario* resolución 473/19. diciembre 2019
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología provincia de Misiones, *Diseño Jurisdiccional de la provincia de Misiones para Nivel Inicial* Ordenanza 245/14. julio 2014.
- Orta Klein, S. (2018) *Educación tecnológica*. *Un desafío Didáctico*. Editorial Novedades Educativas.
- Ortega Y Gasset, J. (2004-2010): *Obras completas*. Tomos I-X. Madrid, Taurus.
- Okulovich. E.I (2016) *La cestería Guaraní-Mbya de la Argentina*. *Cosmología, materiales, tecno-espiritualidad e imagen en el arte actual*. Editorial Universitaria
- Pacey A. (1983). *La cultura de la Tecnología*. Fondo de la cultura económica: México.
- Simondon, G. (2007). *El modo de existencia de los objetos técnicos.* Prometeos libros.

16. ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

Un mapeo sistemático de la literatura

Roxana Ybarra[86] *y Gabriela Iannantuoni*[87]

Resumen

Contexto: Este artículo explora como la Robótica Educativa promueve el pensamiento lógico y desarrolla habilidades claves como la creatividad, el diseño y la resolución de problemas en la educación primaria y secundaria.

Objetivo**:** diseñar, construir y programar los robots, para desarrollar el pensamiento lógico, la creatividad y resolución de problemas.

Método: se llevaron a cabo preguntas de investigación, búsquedas y análisis de datos para estudiar los métodos de enseñanza que se utilizan en la Robótica Educativa.

Resultados: Se concluye que la Robótica Educativa ofrece a los estudiantes una forma innovadora de aprender, creando experiencias prácticas que enriquecen su conocimiento.

Palabras claves: Robótica educativa, Imaginar, Diseñar, Construir, Programar.

[86] Roxana Ybarra cuenta con una sólida formación académica y técnica en el ámbito del diseño gráfico y la educación tecnológica. Es Bachiller Técnico en Actividades Prácticas, Técnico Superior en Diseño Gráfico y Publicitario, y actualmente cursa el Profesorado en Educación Tecnológica. Se desempeña como profesora reemplazante de Educación Tecnológica. Su trayectoria incluye capacitaciones en herramientas de diseño como Photoshop y CorelDraw, así como en propuestas pedagógicas innovadoras vinculadas a la educación tecnológica, la robótica, la programación. Ha participado en jornadas y talleres de actualización docente, lo que evidencia su compromiso tanto con la formación profesional como con el desarrollo integral de competencias pedagógicas y técnicas.

[87] Gabriela Fernanda Iannantuoni es Socio Gerente de ConsulglolAI con amplia experiencia en la gestión de proyectos de innovación, especialmente en inteligencia artificial, desarrollo web y soluciones basadas en blockchain. Ha desempeñado cargos Rectora en instituciones educativas de nivel superior y secundario, y Coordinadora del Polo Tecnológico de Cañada de Gómez, además de su rol como Vinculadora Científica y Tecnológica en el Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología de Santa Fe. Su trayectoria combina la gestión de equipos multidisciplinarios bajo metodologías ágiles con la docencia en universidades y colegios superiores, integrando así la práctica profesional con la formación académica. Licenciada en Tecnologías Aplicadas a la Educación y Maestranda en Tecnología Informática, ha impulsado proyectos que articulan la innovación tecnológica con la educación
www.linkedin.com/in/gabrielaiannantuoni

Introducción

Actualmente vivimos un cambio radical del macrosistema *naturaleza–humanidad–tecnología*, marcado por mediaciones computacionales (IA, robótica, redes, plataformas). La tecnología se convierte así en un instrumento de poder, de ahí la necesidad de alfabetizar tecnológicamente a toda la ciudadanía[88].

La tecnología también ha logrado una profunda transformación en los entornos educativos, brindando nuevas oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre las múltiples innovaciones tecnológicas, la robótica educativa ha surgido como una de las herramientas emergentes con mayor potencial para integrarse en las aulas. Su carácter multidisciplinario no sólo facilita el aprendizaje de materias tradicionalmente percibidas como complejas, sino que también promueve el desarrollo de competencias esenciales en los estudiantes, tales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo en equipo.

> Robótica educativa: Se trata un abordaje pedagógico interdisciplinario donde los estudiantes diseñan, construyen y/u operan robots de diferentes tipos. El objetivo es introducir (desde edades tempranas) técnicas digitales de programación y robótica, y desarrollar proyectos integrados escolares que culminen con la prueba y evaluación de los robots. (Marpegán, 2021, p. 304) [15]

La robótica educativa ofrece una metodología activa y práctica, en la que los estudiantes se enfrentan a la resolución de desafíos reales mediante el uso de robots. A través de un espacio que incluye imaginar, diseñar, construir y programar, los estudiantes logran integrar conocimientos de diversas áreas, como las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), de una manera más cercana y estimulante. Más allá del aspecto técnico, la robótica también fomenta habilidades, como la colaboración, la comunicación y la empatía, al trabajar en proyectos que requieren la comunicación en equipo.

Se puede decir que el uso de la robótica en los entornos educativos incrementa significativamente la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje. La misma se presenta como una herramienta pedagógica innovadora que abarca múltiples disciplinas y fomenta tanto el aprendizaje de conocimientos específicos como el desarrollo integral de los estudiantes. A diferencia de los enfoques tradicionales, la

[88] Carlos Marpegán. XIII Congreso de Educación Tecnológica, agosto 2025, Córdoba [15].

robótica promueve una forma de enseñanza más activa y participativa, donde los estudiantes no sólo adquieren teoría, sino que también aplican lo aprendido en situaciones reales y prácticas.

El desarrollo del pensamiento lógico y computacional es otro de los grandes aportes de la robótica educativa. Este conjunto de habilidades, considerado esencial en el siglo XXI, permite a los estudiantes abordar problemas de manera sistemática, descomponerlos en partes manejables y diseñar soluciones lógicas. El pensamiento lógico y computacional no se limita a la programación de robots, sino que se extiende a una variedad de disciplinas y contextos, preparándolos para un futuro laboral cada vez más interconectado.

Según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para la Educación Tecnológica [16] [17], el análisis de los procesos tecnológicos debe abordar operaciones sobre materiales, energía e información, y comprender cómo se energizan y controlan. Estos procesos no se estudian de manera aislada, sino como trayectorias, redes y sistemas sociotécnicos que conectan lo técnico con lo social

Dentro de este marco, la robótica se trabaja como una de las formas de transformación de información y se vincula a la identificación de flujos de materia, energía e información, a los diagramas de bloques y de estados, y al estudio de sensores, actuadores y controladores en sistemas automáticos.

La robótica educativa tiene así un impacto en el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales en estudiantes de distintos niveles educativos. A través de una revisión de la literatura y de experiencias en el aula, se pretende demostrar cómo la robótica puede ser una herramienta importante para enriquecer la educación contemporánea, fomentando no sólo el aprendizaje de contenidos, sino también el desarrollo integral de los estudiantes en un mundo cada vez más digitalizado [2], [5], [10], [11], [12], [13].

Preguntas de investigación

En esta primera etapa se define el problema a través de preguntas de investigación planteadas, que informan el mapeo sistemático de la literatura presente.

Tabla 1: Preguntas de Investigación

Nro.	Preguntas	Motivación
P1	¿Qué estudios primarios existen sobre la utilización de la robótica en la Educación Primaria y Secundaria?	M1. Los estudios sobre la robótica en la educación primaria y secundaria demuestran que su uso fomenta el desarrollo de habilidades clave como el pensamiento computacional, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad. Se destaca el impacto positivo de la robótica en la motivación y las relaciones socioemocionales de los estudiantes, potenciando su interés por la ciencia y la tecnología.
P2	¿Cómo influye la robótica en los estudiantes?	M2. La robótica educativa influye en los estudiantes al potenciar su motivación y creatividad, fomentar el trabajo en equipo y el aprendizaje práctico. Desarrolla habilidades como el pensamiento lógico y computacional, la resolución de problemas y la innovación, vinculando conocimientos teóricos con aplicaciones reales. Mejora las habilidades técnicas y sociales, preparando a los estudiantes para los desafíos tecnológicos del futuro y a la vez aumentando su interés por las disciplinas científicas y tecnológicas.
P3	¿Qué se estudia en la robótica?	M3. En la robótica educativa se estudian conceptos de programación, diseño y construcción de robots, integrando disciplinas como matemáticas, física, informática y electrónica. También se desarrollan habilidades como el pensamiento lógico y computacional, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo, todo en un contexto de aprendizaje práctico y aplicado.
P4	¿Cuáles son los beneficios de la robótica educativa?	M4. Los beneficios de la robótica educativa es mejorar el pensamiento lógico y computacional, la resolución de problemas, aumenta la motivación y el interés en el aprendizaje, desarrolla habilidades tecnológicas y creatividad, fomenta el trabajo en equipo y prepara a los estudiantes para desafíos futuros en un entorno tecnológico.
P5	Dimensión ¿se utiliza la programación?	M5. En la robótica educativa se utilizan varios lenguajes y entornos de programación, incluyendo Scratch para una introducción visual a la programación, Arduino para el control de hardware y circuitos, Python para robótica avanzada, RobotC para programación específica

Nro.	Preguntas	Motivación
		de robots, y EV3-G para programar robots LEGO Mindstorms mediante una interfaz gráfica.

Método de revisión

Para restringir la producción científica en una revisión sistemática, primero se definen las medidas de búsqueda. Luego, se exploran las bases de datos seleccionando información sobre los criterios de búsqueda, la cantidad de citas y los campos disciplinarios de los documentos.

Fuentes

Con los parámetros indicados, se realiza la primera aproximación a siguientes fuentes: Google Académico y ACM Digital Library. Luego de tomar algunas modelos de documentación en cada base de datos, y analizarlas con foco en las preguntas, las palabras claves y los temas de la investigación, se concluye que las siguientes bases de datos son las más correctas para la realización de este mapeo sistemático de la literatura: Google Scholar y Digital Library.

Definición de términos

El período de búsquedas de este mapeo sistemático de la literatura se produce entre septiembre de 2012 y junio de 2023, e incluye los artículos publicados a partir del año 2008 a la actualidad. La búsqueda se encamina en el desarrollo de la robótica educativa dentro del aula.

Tabla 2 : Temas principales de búsquedas

TP 1 Educación

TP 2 Robótica

TP 3 Primaria

TP 4 Secundaria

Tabla 3: Palabras claves - Keywords-(K)

PC 1 Robótica Educacional

PC 2 Imaginar

PC 3 Diseñar

PC4 Construir

PC 1 Robótica Educacional

PC5 Programar

Las cadenas de búsquedas son utilizadas a los fines de organizar las palabras y términos claves con operadores adecuados, impulsadas por la investigación. Luego de la inicial entrada al campo, durante el proceso de búsqueda de la localización científica, el análisis de esos primeros documentos determina que, con una sola cadena de búsqueda, era muy probable que se excluyan documentos con contenidos centrales del tema de investigación. Era necesario construir dos cadenas de búsquedas, una orientada a los objetivos generales y otra a los objetivos específicos de la investigación, luego, ya en proceso de escritura podían conectar ambas búsquedas y así cubrir todos los aspectos de la investigación. De este proceso teórico, se ordenan dos cadenas de búsquedas (CdB) que se presentan a continuación.

Tabla 4. Cadena de búsqueda

#	Cadena de Búsqueda
CdB1	TITLE ("robótica educativa OR educational robotics") OR TITLE ("Secundary level OR nivel“) AND TITLE-ABS-KEY (education)
CdB2	TITLE (“programación e informática ") OR TITLE (“computer programming") AND TITLE-ABS-KEY (education) AND (“enseñanza aprendizaje”)
CdB 3	TITLE (“mapeo sistemático de la robótica OR systematic mapping of robotics”) TITLE (“revisión sistemática de la robótica educativa OR systematic”)

Criterios de inclusión y exclusión

Para la selección de este estudio se consideraron los siguientes criterios de inclusión (CI) y de exclusión (CE):

Tabla 5. Criterios de inclusión

CI 1 Publicación científica que responda a las preguntas de investigación.

CI 2 Publicación científica que incluye información del uso de la robótica educativa en el aula.

CI 3 Publicaciones científicas posteriores al año 2012 y hasta la actualidad.

Tabla 6. Criterios de exclusión

CE 1 Publicaciones de años anteriores al 2012.
CE 2 Publicaciones alejadas del problema de investigación.
CE 3 Publicaciones muy extensas.

Búsqueda de trabajos

Anteriormente a la creación de la base de datos bibliográficas (BDB), en esta etapa se depura el mapeado de documentos, en la cual se fueron alojando los resultados obtenidos de las cadenas de búsquedas y los alcances de la revisión. A partir de esta entrada al campo, se filtra esta primera masa crítica con el filtro: “Temas principales de la búsqueda”. El resultado fue: Robótica Educativa, Educación Primaria, Secundario, Programación Informática.

Luego de lecturas cruzadas en los resúmenes de un gran número de documentos que en sus títulos contenían palabras de las cadenas de búsquedas, se siguió un proceso de tres pasos para obtener los artículos, que se muestran en la Tabla 6. El primer paso fue establecer el protocolo de revisión y las herramientas necesarias, lo cual ya se había abordado previamente. Este proceso inserto la definición de las preguntas de investigación, la creación de la cadena de búsqueda y los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos. También se encontraron mapeos sistemáticos de la literatura relacionados con el tema investigado la Robótica Educativa en Educación Primaria y Secundaria. Se realizó la búsqueda de trabajos en diversas bases de datos, lo que resultó en un total de 40 artículos. Luego, se aplicaron los criterios a esta cantidad de trabajos en un proceso repetitivo en el cual se analizaron el título, el resumen y las palabras clave de cada artículo, lo que dejó un total de 13 se utilizaron para este mapeo sistemático.

Síntesis de datos extraídos

El mapeo sistemático de la literatura llevado a cabo, fortalece la investigación titulada "Robótica Educativa en Educación Primaria y Secundaria". Mediante un proceso íntegro de búsqueda y selección de estudios relevantes, se obtuvo un conjunto de datos que refleja las tendencias clave en el campo investigado durante el período especificado en el protocolo. Este análisis permitió no sólo extraer información significativa, sino también identificar las tecnologías y enfoques pedagógicos más utilizados, lo que contribuyó a responder rápidamente a las

preguntas de investigación planteadas. Este mapa proporcionó una visión integral del panorama actual, destacando las áreas de mayor desarrollo y aquellas que requieren más atención en futuras investigaciones.

P1 ¿Qué estudios primarios existen sobre la utilización de la robótica en la Educ Primaria y Secundaria?

En este artículo se presentan los resultados de una investigación en la que se potencia la robótica educativa en relación con el aprendizaje y los estudiantes. La robótica educativa incentiva el conocimiento tecnológico, para elevar la calidad de la educación. Es un método de aprendizaje basado en la corriente pedagógica del constructivismo. Desde sus inicios, las TIC y la robótica educativa han trabajado de la mano. Seymur Papert, conocido como el padre de la robótica educativa propuso una teoría denominada construccionismo: se basa en la teoría de aprendizaje constructivista de Jean Piaget, en la que se afirmaba que las personas construyen el conocimiento. Se puede decir que la educación consiste en promover, oportunidades para que los estudiantes se responsabilicen en actividades creativas que impulsen este proceso constructivo [1], [3], [11], [12].

Los estudios sobre la robótica educativa destacan el importante desarrollo del pensamiento computacional, las habilidades STEM y la resolución de problemas. El proceso de enseñanza y aprendizaje desarrolla las Competencias Básicas en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Las mismas no son solo una herramienta tecnológica de enseñanza y aprendizaje, sino que tiene la capacidad de despertar el interés y la motivación de nuestros estudiantes, en especial el de aquellos con cierto interés científico-tecnológico.

Hoy en día el Pensamiento computacional (CT) es un concepto que ha sido desarrollado y popularizado en el ámbito educativo, la investigación alrededor de ello es muy amplia a nivel mundial, los hallazgos coinciden en que la principal promotora de este concepto es Janette Wing, desde el año 2006. Sin embargo, diversos autores dan crédito a Seymour Papert (1980), puesto que fue él que quién creó el lenguaje de programación Logo, ayudando en ambientes educativos para enseñar a los educadores a pensar de manera algorítmica y programar y con ello promover en los estudiantes habilidades para resolver problemas y programar [2], [5], [13].

P2 ¿Cómo influye la robótica en los estudiantes?

La robótica educativa se constituye como técnica activa y como instrumento de motivación en los estudiantes, en la medida que favorece toda una serie de cambios en las actitudes y en las ideas con respecto al modo en el que se actúa y se piensa.

Diferentes estudios dicen que la robótica educativa integrada en contextos áulicos desarrolla habilidades en el estudiante de forma perpendicular e interdisciplinaria al currículo escolar. Es una herramienta efectiva para mejorar las habilidades como la creatividad, la colaboración, el trabajo en equipo, la comunicación y las habilidades sociales[1], [3].

La importancia de las mejoras pedagógicas en el salón de clases, es que fomenta y desarrolla valores y actividades positivas. Las innovaciones permiten la participación de estudiantes en la planificación de la misma. Esto le ofrece un ambiente de libertad, de pensamiento y sentimiento, además les brinda confianza haciéndoles sentir que cada uno de ellos es importante para el docente.

La robótica educativa integrada en ambientes áulicos, desarrolla habilidades en el estudiante de forma cruzada e interdisciplinaria al currículo escolar. La habilidad con mayor frecuencia es la creatividad, la robótica es como un motor para la innovación. Otra aptitud es el trabajo en equipo, al involucrar a los estudiantes en experiencias colaborativas. Es así que la robótica educativa actúa como un elemento que fomenta el aprendizaje activo mediante un complejo de procesos cognitivos.

El aprendizaje de la robótica se desarrolla y permite fomentar el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo mediante la integración de equipos que desarrollan un trabajo de diseño, construcción y prueba de sus robots [6], [7], [9].

La robótica educativa busca despertar el interés de los estudiantes modificando las asignaturas tradicionales (Matemáticas, Física, Informática) en más atractivas e integradoras, al crear entornos de aprendizaje propicios que reproducen los problemas del ambiente que los rodea.

La robótica y las TIC, les permitió abordar un nuevo conocimiento que no creían a su alcance; otros expresan su interés por seguir avanzando sobre las temáticas [10], [12].

P3 ¿Qué se estudia en la robótica?

Aplicar la robótica educativa ofrece a los estudiantes una manera diferente de aprender, crear experiencias para que construyan sus conocimientos. La enseñanza de estas herramientas, fuera del ámbito de la computación permite utilizar la tecnología como vehículo de aprendizaje de los contenidos ya importantes en las aulas para el desarrollo integral del estudiante.

La robótica educativa se potencia mediante el descubrimiento guiado, fomentando las habilidades que le permite desarrollar y poner en práctica las diferentes actividades. Es importante destacar los recursos tecnológicos, como física, las matemáticas e ingeniería electrónica y programación para la construcción de un robot [1],[2].

Se comprende la robótica como la rama de la tecnología que se dedica al diseño, construcción, operación, disposición estructural, manufactura y aplicación de los robots; compone diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física, álgebra, autómatas programables y las máquinas de estados.

El pensamiento computacional está asociado a la robótica educativa, permite aprender a resolver problemas mediante un enfoque algorítmico en diferentes niveles de abstracción. Entre la tecnología más utilizada se encuentra el lenguaje visual Scratch y la robótica. Este pensamiento promueve la resolución de problemas en diferentes niveles de abstracción, al descartar la memorización y a partir de un conjunto de elementos: programas, videojuegos, robots, que juegan un papel importante al ser mediadores concretos para que los estudiantes puedan materializar su pensamiento, o modificarlo y enriquecerlo. El trabajo con robótica permite de forma dinámica y motivante la construcción de conocimiento en áreas como matemática, ciencias, sociales y tecnología, entre otras [6],[7], [9], [10].

Cuatro palabras que se estudian en la Robótica Educativa: programan, diseñan, construyen, imaginan [11], [12],[13].

P4 ¿Cuáles son los beneficios de la robótica educativa?

El uso de la robótica educativa en las aula es un gran apoyo a la hora de aprender jugando y un gran recurso para potenciar las habilidades cognitivas de los estudiantes. La robótica educativa potencia también el interés en los estudiantes, plantea nuevos métodos para la enseñanza de los contenidos que podemos

considerar tradicionales, ya que genera unos contextos de aprendizaje que posibilitan que tengan un grado mayor de atracción y sean más integradores. Permite que desde edades muy tempranas sean introducidos en las habilidades tecnológicas y es capaz de favorecer no solo el aprendizaje de una serie de competencias sino también la socialización, el aprendizaje cooperativo, la toma de decisiones y la creatividad en los propios estudiantes [1], [2].

El uso del robot como instrumento didáctico desarrolla habilidades y competencias. También desarrolla destrezas tecnológicas para desafiar retos actuales. Una de las ventajas es generar expectativas y motivación del estudiante al facilitar la adquisición de conocimiento. La robótica educativa como una forma de trabajo que alimenta el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de educación general, más allá de la programación, y de las orientaciones profesionales a las que se dediquen en el futuro [3], [4].

Por estas razones se propone hacer uso de robots escolares, con cuyo diseño y construcción se puedan aprender experimentando los fundamentos tecnológicos básicos de programación de ordenadores, circuitos electrónicos y mecanismos, medición y cálculo de magnitudes, y la resolución de problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas y principios físicos [5], [6], [7].

Los beneficios de la robótica se conciben en una dinámica de diseño, construcción y explicación de tecnofactos, es decir, en un ejercicio de creación y construcción de conocimiento. El aprendizaje con robótica se acepta como el proceso de creación de un contexto (robótica – Informática) que estimula y da significado al aprendizaje colaborativo en las diferentes áreas del conocimiento escolar. Los estudiantes adquirieron un conocimiento para enfrentar los retos de la vida diaria mediante métodos estructurados [8],[9],10],[11],[12].

P5 Dimensión ¿se utiliza la programación?

Las dimensiones de la programación en robótica educativa van apoyadas en recursos tecnológicos, sobre las bases fundamentales de la física, las matemáticas e ingeniería electrónica y de programación para la subsecuente construcción de un Robot Educativo LEGO Mindstorms NXT. Instalación del Entorno del Programación. Construcción del módulo básico de locomoción y apéndices con sensores [2], [4], [5].

Se propone un programa de formación en robótica y electrónica básica para estudiantes utilizando software como Scratch, Arduino y S4A [7],[8], [9].

El estudiante puede armar y programar el Robot Darwin Mini para realizar diversas actividades para aprendizaje de Tecnología. Alto nivel de Conocimientos de Programación aprendidos [11], [12],[13].

Conclusiones

El mapeo sistemático de la literatura ha permitido identificar una serie de estudios y enfoques que demuestran la garantía de la utilización de la robótica educativa en las aulas. La misma ofrece un espacio para que los estudiantes reflexionen sobre el impacto ético y social de la tecnología.

La robótica educativa fomenta el pensamiento computacional y la resolución de problemas al permitir que los estudiantes alteren problemas complejos, identifiquen patrones y construyan soluciones paso a paso. Al mismo tiempo, se estimula la creatividad y el diseño, ya que los estudiantes imaginan, construyen y programan robots, desarrollan proyectos que a menudo abordan problemas reales o situaciones de su entorno. Asimismo, al trabajar en equipo, aprenderán la importancia de la colaboración, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, habilidades esenciales en cualquier ámbito profesional y personal.

Podemos decir que enseñar robótica educativa en las aulas no solo acerca a los estudiantes al mundo de la tecnología y la programación, sino que también los proporcionan con habilidades transversales esenciales para adaptarse y prosperar en un mundo en constante transformación.

Referencias

- Sánchez, M. E., Gutiérrez, R. C., & Somoza, J. A. G. C. (2019). Robótica en la enseñanza de conocimiento e interacción con el entorno. Una investigación formativa en Educación Infantil. *RIFOP: Revista interuniversitaria de formación del profesorado: continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, *33*(94), 11-28.
- Fernández, M. O. G., González, Y. A. F., & López, C. M. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *18*(2), 230101-230123.
- Márquez D., Jairo E.; Ruiz F., Javier H. «Robótica Educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria». *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 2014, Núm. 30, p. 1-12, https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/291518.

- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46). Recuperado a partir de https://revistas.um.es/red/article/view/240201
- Bustamante, J. A. G. (2018). Robótica educativa como propuesta de innovación pedagógica. *Gestión Competitividad e Innovación*, *6*(2), 1-12.
- Zamora-Lucio, M. A. (2022). Conceptos de robótica educativa, el aprendizaje STEAM, y el pensamiento computacional. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, *9*(18), 122-124.
- Zamora-Lucio, M. A. (2022). Conceptos de robótica educativa, el aprendizaje STEAM, y el pensamiento computacional. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, *9*(18), 122-124.
- Sisa, M. C., & Mendez, L. S. A. (2023). Programación y robótica educativa en Colombia: una oportunidad para mejorar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(3), 750-770.
- Ramírez, P. A. L., & Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 43-63.
- Pittí Patiño, K., Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., & Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías.
- Guativa, J. A. V., Castro, J. J. G., & Domínguez, L. G. I. (2017). Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (52), 100-118.
- Acevedo, H. M. V., Suarez, L. J. L., & Medina, L. D. F. (2024). Pensamiento Computacional: una competencia del siglo XXI: Revisión sistemática en Scopus. *Revista Latinoamericana Ogmios*, *4*(9), 1-16.
- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica.* Bariloche: Ed. Patagonia escrita.
- Instituto Superior del Profesorado Tecnológico. XIII Congreso de Educación Tecnológica: *Educación Tecnológica hoy: ¿Qué debe enseñar la escuela para una ciudadanía democrática en entornos tecnológicos cambiantes?* (Córdoba. 2025, 22-23 de agosto).
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. (2007). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios: Educación Tecnológica. Primer ciclo de Educación Primaria* (Documento acordado, aprobado por Resolución de CFE 37/07).
- Consejo Federal de Educación (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios: Educación Tecnológica. Segundo ciclo de Educación Primaria y Séptimo año de Educación Primaria / Primer año de Educación Secundaria* (Aprobado por Resolución de CFE 135/11 – Anexo III). Ministerio de Educación de la Nación.

17. LA ÉTICA COMO COMPETENCIA PEDAGÓGICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE DE LA ENSEÑANZA TECNOLÓGICA. FRENTE AL AVANCE DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

Illanes Rita[89] *y Martínez Nicolás*[90]

Resumen

Con la intención de reflexionar sobre la propia práctica y las necesidades de gética desde su sentido filosófico como competencia transversal al pensamiento crítico y la comunicación. La presencia de la IA en sus variadas versiones en el aula, suponen repensar al sujeto frente al uso de las producciones de algoritmo, como así también el rol que cumplirá tras su educación frente a la máquina.

Palabras claves: IA – ética – competencias pedagógicas – pensamiento crítico

Introducción

Es de público conocimiento la irrupción de la Inteligencia Artificial y su impacto en diversas facetas de la vida en general. La educación es una de las áreas donde más se evidencia la importancia de una aplicación consciente y responsable de esta herramienta potencialmente revolucionaria. Lejos de optar por posturas tecnófilas o tecnofóbicas, en este ensayo se pretende brindar una postura que favorezca el surgimiento de pensamientos y prácticas que logren una hibridación adecuada, en desmedro de una subyugación de lo digital.

Partiendo de la importancia que cobran las competencias en la planificación educativa en las últimas décadas donde el conocimiento disciplinar queda subordinado al desarrollo de habilidades funcionales para la inserción laboral cabe

[89] Profesora de Historia, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan. Doctorando en Filosofía, Universidad Nacional de San Juan. Profesora Adscripta en “Historia Moderna” en el Profesorado de Historia. Profesora de “Historia Social Argentina y Latinoamericana”, “Sociología de la Educación” y “Estado, Sociedad y Educación” en el Profesorado de Educación Tecnológica. Perteneciente al Instituto Superior Sagrado Corazón de la provincia de San Juan, Argentina. Correo electrónico: illanesrr@gmail.com

[90] Profesor de Educación Tecnológica, Instituto Superior Sagrado Corazón. Licenciado en Recursos Humanos, Facultad de Filosofía, Universidad Católica de Cuyo. Profesor en “Contexto Histórico, Político y Económico de la Tecnología” y “Tecnología de la Gestión” en el Profesorado de Educación Tecnológica. Perteneciente al Instituto Superior Sagrado Corazón de la provincia de San Juan, Argentina. Correo electrónico: nicolasmartinez.prof@gmail.com

preguntarse ¿Qué entendemos por competencias? Y ¿Qué habilidades son las más importantes en el desarrollo individual y colectivo? Por lo que podría acordarse que la habilidad por excelencia es la comunicativa, tanto oral como escrita. La capacidad del lenguaje que es distintiva de la persona tiene en su doble función de estructurar el pensamiento y exteriorizarlo. Pese al avance en los niveles de alfabetización y difusión del conocimiento propios del siglo XXI, vuelve a ponerse sobre la mesa de necesidades prioritarias el desarrollo de las habilidades comunicativas en su construcción crítica como parte del proceso de aprendizaje en los diferentes niveles de formación académica y tornándose imprescindible en la formación de futuros docentes.

Por su parte las competencias de pensamiento crítico que resulta también transversal a todas las ciencias y formas de conocimiento, cobran relevancia no solo en la formación singular de estos doble sujetos de aprendizaje (hoy alumnos en formación, mañana docentes que mediaran conocimiento y formas de aprender), considerando que al desarrollar ésta – competencia crítica – serán capaces de abordar la mediación de aprendizaje desde una variedad más amplia sino también poder acompañar al entrenamiento en las acciones propias de esta habilidad como lo son la selección y sistematización de información.

En tanto que frente al avance de la IA no sólo se hace necesaria la competencia crítica, sino también el desarrollo de una postura ética en la noción aristotélica. Puesto que partiendo de una visión simple podría decirse en términos de la ética Nicomáquea el eje de la virtud está en la toma de decisión constante y el sostener el juicio crítico sin caer en el displacer de la producción característica del algoritmo.

Lo que lleva a plantearse ¿Qué sujetos son propios al uso de esta clase de herramientas? Tanto en la cotidianeidad como en el marco áulico.

Las temáticas planteadas surgen como interés particular debido a la experiencia propia como formadores de Profesores en Educación Tecnológica.

Nociones generales sobre la IA

Para hablar de IA deberíamos comenzar por definir que se entiende por Inteligencia Artificial y que supone. Jorge Villalba (2020) plantea la imposibilidad de alcanzar una

única definición dado que esta depende de los objetivos que se le adjudiquen o esperen en su aplicación.

Sin embargo parece apropiado establecer como noción de base lo que enuncia Alan Turing (1950) la “IA es el estudio de como hacer que las máquinas realicen cosas que solo pueden hacer los seres humanos”. Siguiendo un sentido cronológico parece apropiado partir de este postulado considerando que es quien sienta las bases para el desarrollo de la búsqueda que pretende descifrar las formas de construcción y análisis de datos propias de la mente humana.

En este sentido la consideración actual de la IA podría enunciarse como la simulación de la inteligencia humana en máquinas programadas para replicar tareas que requieren normalmente la intervención de las personas y su cognición, como la toma de decisiones, el razonamiento y el aprendizaje.

Retomando lo expresado por Villalba sobre la búsqueda de “educar” a las máquinas a pensar como las personas surge inmediatamente la pregunta ¿quién sostiene la preocupación por continuar educando a las personas para pensar en forma criteriosa?

Se pueden plantear dos vías que contribuyan a la formación de un ser humano comprometidamente crítico con el contexto socio-histórico del cual forma parte. Por un lado, está la alternativa de la IA como herramienta que asiste a la formación de las personas; entendiendo que por el momento la IA carece de autonomía (entendida como la capacidad de escoger un curso de acción de forma libre); entonces, los sistemas inteligentes deben ser capaces de respetar en todo momento la autonomía y los derechos fundamentales de las personas. Siguiendo esta idea, también se torna imprescindible que en todo momento sea transparente la trazabilidad del razonamiento hecho por el sistema para no considerar como producto acabado o incuestionable los resultados producidos por la herramienta.

Por otro lado, no debe perderse de vista la importancia del rol docente frente al uso de la IA como herramienta. Habilitando la pregunta por el “sentido”, cuestionando y re-cuestionando constantemente el rol y la preponderancia que posee la IA en la actualidad de la mano de las ciencias humanas. Debe existir una búsqueda constante de integrar la lógica algorítmica y la IA en nuestras vidas, de un modo en

que no caigamos en una delegación de funciones y subordinación a la máquina (que traen consigo un atrofiamiento cognitivo). El fetichismo tecnológico tiende bastante a concretizar dichas posibilidades, por lo tanto, es de vital importancia generar un posicionamiento crítico en cuanto a que la IA sea una variable más de nuestras vidas, y que no sea la que dictamina nuestros pensamientos y comportamientos.

La ética como competencia transversal al pensamiento crítico y la comunicación como habilidades singulares

Considerando la doble acepción de las competencias como enfoque de análisis y como factores a desarrollar por alumnos o docentes -dependiendo del foco de análisis-, se realizará un seguimiento en tanto a lo que se espera de los alumnos en Formación docente.

En este sentido Gimeno Sacristán (2008) expresa que las competencias dan a la educación un sentido utilitarista que prioriza la inserción laboral del estudiante en su funcionalidad frente a las necesidades de los mercados económicos; perdiendo la preponderancia del contenido académico y de la libertad de la construcción intelectual singular. Por otro lado, una educación con el desarrollo de competencias como principal objetivo, omite otros elementos importantes del proceso educativo. Entre ellos, pasa por alto el marco conceptual de referencia, y la evaluación, reduciéndola a un mero ejercicio de control.

Esta noción que observa la competencia desde la óptica utilitarista – prepara al alumnos como obrero competente para insertarse en el medio laboral – queda explicitada en el Consenso de Beijing de 2019 al priorizar la formación académica y educativa en las necesidades de la IA como entidad productiva por sobre el sujeto cognoscente. Evidenciándose esto en el apartado “desarrollo de valores y competencias para la vida y el trabajo en la era de la IA”.

Puesto que entre los puntos mencionados en el mismo se establece como prioridad educativa la alfabetización y aritmética. Reduciendo a la persona al acto mecánico de tareas sumamente específicas sin espacios a resoluciones críticas y por ende creativas. Entonces la IA adquiere un papel más preponderante dejando al ser humano en un rol asistencial de su propia creación.

Entramos así en un dilema, dado que cuando se enuncia en las planificaciones de contenidos a desarrollar se expresa la competencia como aspiración de asertividad ejecutada por el alumno frente a las situaciones problemas. Por lo que podría decirse en este sentido que la competencia crítica supone la evaluación, análisis, categorización y búsqueda de una solución en base a la creación singular de respuesta que es expresada mediante el lenguaje - competencia comunicativa oral o escrita -. Pérez Gómez reafirma esta idea, al hacer hincapié en las “capacidades humanas fundamentales”, donde el “saber hacer” no se aplica de forma mecánica, sino reflexivamente. Además, no solo abarca conocimientos y habilidades; también envuelve valores y emociones.

En este contexto educativo socio-histórico parece apropiado hablar de la ética como competencia que media el proceso de enseñanza aprendizaje, pero que trasciende a este.

Siguiendo la idea de virtud enunciada por Aristóteles y mediada por Adela Cortina la ética es vital en la formación de las personas puesto que tiene que ver con la acción constante, la decisión frente al hacer que articula la apropiación del conocimiento con la acción materializada en la sociedad. Es decir, la virtud como acción de compromiso con el aprender en sentido crítico pero también la utilización del saber en forma constitutiva y constructiva en el espacio social y económico.

Esto último se contrapone al fin expresado y esperado en los últimos tiempos en los que se reduce al sujeto a las necesidades de las IA, no dejando que su accionar esté impulsado por la ética sino por la mecanicidad del algoritmo.

Vale destacar que no es menor la consideración de que la ética es propia del sujeto, no ha si de la IA a pesar de que se pretenda configurar un sentido moral en los 3 principios propuesto por Turing. La imposibilidad de este accionar lo expresa apropiadamente Villalba al establecer que el principal impedimento de la IA es que no puede transpolar las categorías morales aprendidas- configuradas- a situaciones similares. No obstante, lo que si puede hacer la IA, es funcionar como modelo de lenguaje: puede identificar patrones y categorías y aplicarlas en situaciones similares o relacionadas.

Solo podemos hablar de ética mientras exista un sujeto cognoscente que pueda accionar en pos de ésta y pueda responder por sus actos. Mientras que la IA en su cualidad de “inteligente” es automática en su accionar no autónoma como lo es la persona. Dependiendo esta automaticidad de los cálculos de probabilidades de factores o variables, seleccionando un curso de acción optima. Recayendo así la responsabilidad ética en sus creadores.

Mientras que la autonomía de la persona recae en su capacidad creativa para responder en forma espontánea a las eventualidades que se le presentan, siempre con un marco moral aprendido que le permite vislumbrar las posibles consecuencias de sus acciones.

Por ello, aunque no sea una garantía que las aplicaciones de IA sean empleadas de manera responsable, debe primar un marco ético desde las fases de planeación y diseño de estas tecnologías.

En síntesis, la preocupación ética debería rondar como se mencionaba anteriormente en evitar la subyugación mecanicista del sujeto a la máquina, si no más bien hacer consciente la producción y utilización de la IA como herramienta disparadora de construcción intelectual. Es decir, el acto ético consistiría concretamente en reconocer y poner en valor la producción del sujeto humano por encima de la producción de la máquina – que no debemos olvidar que construye seleccionando información, recortando de producciones humanas previamente cargadas a la nube. Siendo este material a veces equivocado o sesgado – .

Derechos y accesos a la tecnología – dispositivos e IA –

Si entendemos la Tecnología como el conjunto de destrezas, técnicas y artes que aplican prácticamente los saberes de distintas ciencias (física, química, matemática, etc.), que tiene como pretensión fundamental elaborar soluciones que satisfagan necesidades humanas, entre las consideraciones teóricas y asociadas a la ética no puede dejar de ponerse sobre la mesa lo relativo al acceso a la tecnología, en este caso, la digital. Entendiendo aquí por tecnología digital los dispositivos como celulares, tablets o computadores que permiten tener una conexión con el mundo virtual y sus herramientas de producción como las IA. Pero sin dejar de lado aquellas

herramientas básicas como pueden ser acceder a material de lectura en pdf o procesadores de textos o datos -word y Excel.

Y aquí aparecen aparejadas 2 variables, la primera que tiene que ver con la posibilidad de vincularse, disponer, utilizar de forma irrestricta un dispositivo y por otro lado las herramientas y nociones de que se disponen para la utilización de este. Es decir, aquellas destrezas y habilidades para que el dispositivo pueda ser utilizado como herramienta mediadora o facilitadora de la producción del sujeto como así también en la construcción del sujeto como ciudadano digital. Por lo que cobra especial interés la relación entre inherencia de los DDHH y el acceso a entornos digitales y dispositivos mediados por el poder y las hegemonías.

Camacho Azurduy (2005), cuestiona la democratización de la información a partir del acceso como única variable. Ya que el acceso no sólo está representado en el contacto con un dispositivo tecnológico, también podríamos hablar de las cualidades del mismo y las posibilidades de accionar en pos de la información. Sin embargo el cuestionamiento presentado por este autor pone el énfasis en las nociones de poder que supone la construcción de la información y las herramientas que tenemos como sujetos para desentrañar.

Es decir, cómo podemos hablar de democratización de la información si no contamos con una alfabetización digital mínima que nos permita utilizar un dispositivo – celular - como herramienta y no sólo en sus funciones básicas de comunicación. Pues la comunicación en sí requiere conocer las significancias simbólicas de los códigos comunicacionales - el lenguaje propiamente - que no dejan de ser categorías de poder. No es menor, el tema de contar con los recursos económicos para obtener conectividad, y así tener a disposición diversidad de información.

Puesto que el uso de vocabulario, abreviaciones y formatos de redacción pueden distinguirse en un doble uso de lo formal y lo vulgar. Cobra especial relevancia en lo simbólico de esta división la significancia de las palabras y la amplitud del vocabulario. Pues se puede enmarañar a un sujeto de alfabetización simple en un mar de pablaras complejas en el que este primero pierda su libertad simbólica adhiriendo a un contrato ilegible aun sabiendo leer y escribir.

Siguiendo con esta idea, cabe preguntarnos: ¿Cuáles son las necesidades de alfabetización necesarias para la formación del profesorado en tecnología? Considerando que serán quienes luego deberán mediar y alfabetizar para el acceso de la IA como herramienta.

La IA en el aula de nivel superior

Por lo que concierne a este análisis se pone la mirada en las IA de alcance masivo difundidas en plataformas como Meta o Chat GPT. Aunque existen múltiples alternativas (incluso pagas, que arrojan mejores resultados), los estudiantes eligen dichas opciones por su gratuidad y facilidad de operación en la mayoría de los celulares inteligentes actuales.

En la cotidianeidad se constata que las herramientas mencionadas se usan recurrentemente, aunque de manera ineficiente. Los alumnos utilizan la IA para resolver actividades, pero todavía es necesaria mucha formación para que la usen de un modo reflexivo y no mecánico.

En general, la práctica utilizada incluye un “copy paste” de la consigna propuesta por el docente en la IA, y limitarse a transcribir la respuesta obtenida. Muchas veces este mecanismo se ejecuta sin antes leer y tratar de entender la respuesta, constatar su veracidad, compararla con otras fuentes o mininamente ver si cumple con el objetivo que pretendía la tarea dada por el docente. Esto se amplifica porque actualmente en el aula nos encontramos con un sujeto que desde que posee la fuerza necesaria para sostener un dispositivo, lo hace: estos son una extensión casi natural de su cuerpo, no se visualizan sin el mismo. Ante esta realidad, muchos docentes prohíben el uso de celulares en el aula y otros dejan que lo usen de una manera mecánica e irreflexiva. Desde luego, ninguno de esos posicionamientos contribuye a una formación real y contextualizada del alumnado.

Hacer un análisis minucioso del contexto educativo periódicamente, permite arrojar luz sobre estas cuestiones: hablar de la IA y la lógica algorítmica como algo externo a nosotros, sería incurrir en un error: nuestro modo de percibir y relacionarnos con el mundo, se encuentra fuertemente influenciado por las mismas. Por tanto, se hace capital generar espacios donde se generen planteos e ideas que fomenten las buenas prácticas con la IA, y que nosotros no trabajemos para ellas. Hay que evitar

convertir a los estudiantes en individuos que sean simples operadores de información y datos, y que solamente cuentan con los recursos intelectuales necesarios para hacer peticiones a la IA.

Por lo que mínimamente como formadores de futuros docentes, nos debemos a la mirada crítica de lo que acontece en el aula, en la práctica propia, en la de colegas y en cual es la forma que se va a transmitir y que replicaran luego los ahora alumnos como docentes en sus aulas.

En síntesis

Consideramos finamente que la funcionalidad del vínculo entre la persona y la IA debe contribuir a despertar la curiosidad sobre el mundo dentro del cual está inserto. Haciendo consciente que es un actor participe y no ajeno a su realidad cotidiana, por lo que entonces es prioritario informarse de forma criteriosa sin consumir información en forma mecánica del *mainstream*. Recurriendo a información alternativa para lograr un panorama más amplio de alteridad y generar así sus propias opiniones. Posibilitando de esta manera ampliar el panorama y abandonar las ideologías predominantes. Retomando así la idea original sobre la importancia de la ética como competencia necesaria para el uso criterioso de la información en todos los espacios, para producir conocimiento.

A pesar de que la ética es inherente a la persona, es una habilidad que debe ejercitarse para desarrollar la virtud. Pues un docente que no enseña desde la ética difícilmente pueda inspirarla en sus alumnos.

Tal como expone esta relación Ortega Ruiz (2016) la ética atraviesa todo el acto educativo, por lo que cobra vital importancia las estrategias y formas con que se resuelva en el aula. Pues cuando enunciamos esto hacemos referencia a la consideración primera de quien es el alumno, el alumno es un sujeto de derecho cognoscente que tiene una voz que expresa cultura. Aquí y desde esta perspectiva se ponen en juego poder desarrollar con estas herramientas derechos como: el acceso a la información en el desarrollo de la ciudadanía, la participación política, la libertad de expresión, el derecho y acceso a la información, el derecho a la educación, etc.

Considerando finalmente que el desconocimiento sume al sujeto en la oscuridad, pues las sombras del mundo no son la noción del conocimiento del mundo en su materialidad. Por lo que es función del docente ofrecer las herramientas necesarias para fortalecer y contribuir al desarrollo de quienes serán los mediadores de futuros ciudadanos.

Bibliografía

- Benasayag, M., & Pennisi, A. (2023). La inteligencia artificial no piensa (el cerebro tampoco). Prometeo.
- Camacho Azurduy, C. A. (2005). Democratización de la sociedad: entre el derecho a la información y el ejercicio dela ciudadanía comunicativa. Punto Cero. Universidad Católica Boliviana, 10(10), 28-36.Recuperado en 5 de julio de 2025 de <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762005000100004&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1815-0276
- Gimeno Sacristán, J. (comp.) (2008). *Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?*, Madrid: Morata - en artículo comentado por *Moreno Olivos, Tiburcio. (2010). Competencias en educación. Una mirada crítica.*
- Moreno Olivos, Tiburcio. (2010). Competencias en educación. Una mirada crítica. *Revista mexicana de investigación educativa*, *15*(44), 289-297. Recuperado en 11 de julio de 2025, de *http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662010000100017&lng=es&tlng=es*
- Pedro Ortega Ruiz (2016). “Ética y competencias en educación”. Revista Virtual Redipe. Año 5 volumen 1. Recuperado en 9 de julio de 2025 de: https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/7/7
- Torres Rivera, Alma Delia, Badillo Gaona, Manuela, Valentin Kajatt, Nadina Olinda, & Ramírez Martínez, Elia Tzindejhe. (2014). Las competencias docentes: el desafío de la educación superior. *Innovación educativa (México, DF)*, *14*(66), 129-145. Recuperado en 11 de julio de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732014000300008&lng=es&tlng=es.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59(236), 433–460. Recuperado en: Modulo introductorio Diplomatura en IAICED- Dr. Ernesto Edwards -2023

- Villalba, J. F. (2020). Algor-ética: la ética en la inteligencia artificial. Anales de la Facultad de Ciencias Juridicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata, 50, 062. https://doi.org/10.24215/25916386e062


EXPERIENCIAS
DE AULA

18. RE-APROPIARSE DE LA TECNOLOGÍA: UN HORIZONTE EMANCIPADOR EN CHACRA LA MERCED

María Soledad Boiero[91]

"Si la tecnología no sirve para que más personas vivan de un modo digno, entonces algo está fallando". Con esta poderosa afirmación, Natalia Zuazo (Los dueños de Internet, 2018) nos invita a reflexionar sobre el propósito fundamental de la tecnología. Y es precisamente este propósito el que guía el inspirador trabajo de MeT [Mujeres en Tecnología] junto a la asociación civil Las Omas en su sede de Chacra La Merced, un territorio de Córdoba donde la brecha digital es solo una de las muchas capas de desigualdad que enfrentan sus habitantes.

Las mujeres estamos históricamente subrepresentadas en el desarrollo de las tecnologías, pero también apartadas de su acceso, aplicación y apropiación. Abordar la brecha en el uso de la tecnología propiciando habilidades digitales es inclusión. Tener competencias digitales habilita a las mujeres y diversidades de género el acceso a otros derechos y la posibilidad de reducir otras desigualdades como las educativas, financieras, económicas y laborales. En Argentina, según los datos publicados en 2022 por el Ministerio de las Mujeres, Géneros y Diversidad de la Nación Argentina, "el 56% de las mujeres no accede o tiene dificultades para acceder a las tecnologías digitales debido a su situación económica". Esta estadística no es un número frío; es el reflejo de una realidad compleja que se agudiza en contextos de vulnerabilidad extrema, donde la escasez de recursos y las limitaciones estructurales dictan el día a día.

Chacra La Merced: donde lo cotidiano es fuerza y resistencia

Es en este escenario de profundas desigualdades donde surge la conmovedora historia de las mujeres de Chacra La Merced. Ante los desafíos mencionados, desde MeT emprendimos una experiencia situada junto a la asociación civil Las Omas, una organización que nuclea a más de 400 mujeres y se posiciona en la

[91] Directora de Investigación, MeT [Mujeres en Tecnología]

comunidad como espacio de contención, vinculación y capacitación en una zona que ha sido relegada. Ubicada en el kilómetro 6 y ½ de camino a Chacra La Merced, esta área semi rural se vio alterada por la instalación de una planta depuradora de líquidos cloacales. Un testimonio palpable de cómo la falta de sostenibilidad en los procesos industriales y en la planificación de los servicios puede impactar negativamente en el entorno y, por ende, en la vida de sus habitantes. Las mujeres que participan en este centro de formación viven atravesadas por una multiplicidad de situaciones que limitan su desarrollo integral. Sus condiciones materiales están signadas por una vulnerabilidad económica persistente, una marginalidad que las relega de los circuitos formales y las oportunidades, la falta de acceso a una educación de calidad que les permita acceder a mejores condiciones de empleabilidad , y un déficit en la infraestructura del servicio de transporte que las aísla aún más, dificultando el acceso a servicios básicos, empleo y capacitación. Cada viaje, cada gestión, se convierte en una desafío que consume tiempo, energía y dinero, recursos que son ya de por sí escasos.

Pero además de las limitaciones materiales, muchas de estas mujeres han experimentado o siguen experimentando violencia de género. Esta problemática estructural afecta no solo su bienestar físico y emocional, sino que también socava su autoestima, su capacidad de proyectarse y su confianza en el futuro. La violencia de género es una barrera invisible pero poderosa que confina, silencia y priva de autonomía a quien la padece; en contextos de violencia salir de casa para participar en un taller se convierte en sí mismo en un acto de resistencia.

Construir desde adentro: a desafiar preconceptos y resignificar miradas

Llegamos al centro de formación con un grupo de personas voluntarias de MeT para desarrollar los talleres de inclusión digital. La expectativa y el entusiasmo eran palpables, pero venían acompañados de una firme decisión: la de despojarnos de nuestros preconceptos y sumergirnos en sus realidades. No se trataba de imponer una visión "desde afuera", sino de comprender de primera mano cuáles son las vidas de estas mujeres, sus luchas, sus aspiraciones y sus saberes. Inspiradas en la propuesta de diseño de proyectos que contemplen las estructuras y las

problemáticas de género, queríamos posibilitar otra forma de conocer: una que surgiera desde sus miradas, experiencias y vivencias, trascendiendo el "colonialismo cultural" que, muchas veces de manera inconsciente, se reproduce en los procesos de formación.

Nuestra aproximación se basó en el respeto profundo por sus trayectorias. Juntas reflexionamos sobre los diversos oficios que ya habían incorporado. Estas mujeres no eran "recién llegadas" al mundo de la producción y el trabajo; ya habían logrado producir y comercializar lo que hacían con sus manos, desde la costura y el tejido hasta la peluquería, la cocina y la pastelería. Incluso, con una audacia que rompe estereotipos de género, habían aprendido construcción para ampliar sus propias instalaciones, incursionando en un sector históricamente masculinizado. Esta resiliencia y capacidad de adaptación nos llevó a una pregunta fundamental: ¿por qué no podrían ser tan buenas también en habilidades digitales como lo eran en sus oficios manuales y en la construcción? La respuesta no estaba en su capacidad intrínseca, sino en las barreras externas y las autopercepciones limitantes impuestas por la desigualdad.

Tiempo, cuidado y la carga invisible

Nos propusimos escuchar las razones por las cuales consideraban que no podían o que les impedía vincularse con la tecnología. Fue crucial permitirles reconocer sus propias percepciones sobre la tecnología y sus expectativas sobre ella. Entre las limitaciones más relevantes que surgieron, la "disponibilidad de tiempo" se destacó como un obstáculo insoslayable. ¿Qué tiempo puede una mujer, que concentra tareas de cuidado casi la totalidad del día, destinar al aprendizaje de habilidades digitales? ¿Cómo proyectarse en el mundo de la tecnología si se tienen a cargo más de una niña/o/e y se vive en hogares monomarentales donde la responsabilidad recae exclusivamente sobre ellas? Esta es la cruda realidad de la carga invisible del cuidado, un trabajo no remunerado pero extenuante que invisibiliza y limita las oportunidades de las mujeres. La aspiración a la formación y al desarrollo personal a menudo choca con la imperiosa necesidad de proveer y cuidar, dejando poco o ningún espacio para sí mismas.

Paradójicamente, la propia dinámica de su vida cotidiana también ofrecía una ventana de oportunidad. Ellas concurren a este espacio de Las Omas mientras esperan que sus hijos/as/es salgan de la escuela. Esta rutina, lejos de ser un impedimento, se convirtió en una posibilidad para destinar un tiempo semanal exclusivo para sentarse frente a las computadoras y aprender. Un factor clave para el éxito del programa es que la sede cuenta con servicio de internet y dispositivos, eliminando dos barreras iniciales fundamentales para el acceso a la capacitación tecnológica en contextos vulnerables.

Sin embargo, a pesar de estas facilidades, afloraban discursos internalizados de limitación: renacía el "no soy buena en la tecnología" o "nunca serví para eso". Estas frases son el eco de una sociedad que históricamente ha excluido a las mujeres del ámbito tecnológico, sembrando dudas sobre sus capacidades innatas. Pero al consultar ¿para qué les gustaría aprender?, ¿qué creen que necesitan saber?, las respuestas fueron muchas y reveladoras, desmantelando moldes y preconceptos internalizados : “quiero vender por internet”, “quiero ayudar a mi hijo en la escuela”, “me gustaría abrirme una cuenta para manejar mi plata”, y muchas otras expresiones de deseo de autonomía y mejora de sus condiciones de vida. Estas respuestas no eran solo anhelos individuales; eran la manifestación de una necesidad colectiva de empoderamiento, de herramientas que les permitieran mejorar su situación económica, apoyar la educación de sus hijos/as/es y gestionar sus finanzas, todo lo cual apunta a una mayor independencia.

Co-diseñar futuros para la autonomía

Ahí estábamos todas dispuestas a co-diseñar las estrategias para que estos condicionantes pudieran sortearse y las expectativas cumplirse. Coincidimos en un principio inquebrantable: no íbamos a renunciar a que la tecnología sea habilitadora de oportunidades sociales, educativas y laborales para ellas. Emprendimos de manera colectiva los talleres con un enfoque que es producto directo de nuestras realidades diversas. La clave de esta metodología radica en la fusión de conocimientos: ellas comparten sus experiencias y saberes de vida, de resistencia, de comunidad; y nosotras compartimos nuestro conocimiento tecnológico y pedagógico. Este intercambio mutuo prioriza el reconocimiento de la otra con sus

intersecciones, entendiendo que cada mujer es un cruce único de experiencias, identidades y desafíos.

La experiencia demuestra una vez más que las brechas de género existen, que las barreras para las mujeres persisten y resisten con tenacidad. Pero también demuestra, de manera esperanzadora, que a pesar de las limitaciones históricas, estructurales que hoy se ven pronunciadas por el contexto, son las mujeres quienes siguen decidiendo transformar sus realidades materiales y subjetivas. El componente emancipador no reside en los aparatos tecnológicos en sí mismos, no es la máquina la que libera; sino nuestra capacidad colectiva de construir en red y en comunidad un mundo próspero, inclusivo, justo y libre de violencia para nosotras. Y, por extensión, para todas/os/es. Es la re-apropiación del conocimiento, la conexión y el uso consciente de la tecnología, desde nuestras propias necesidades y aspiraciones, lo que contribuye a impulsar la transformación y abre un horizonte de nuevas posibilidades.

MeT [Mujeres en Tecnología]

19. LA ALFABETIZACIÓN INICIAL. PROPUESTA INTERDISCIPLINARIA. APORTES DESDE EL ÁREA DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Ciclo de formación profesional – FDCI - Dirección de Educación Primaria Ministerio de Educación – Provincia de Tucumán

Prof. Marta Rosa Gatti[92]*, Prof. Fga. Regina Lencina*[93]*, Prof. Sergio Gabriel Lizarraga*[94]*, Prof. Sandra Catalina Villagra*[95]*, Prof. Noemí Dalila*[96]

Resumen

La ley de Educación 26206 (2006), en su Artículo 73 (Cap. II) expresa como objetivos de la formación docente: *"Incentivar la investigación y la innovación educativa vinculadas con las tareas de enseñanza, la experimentación y sistematización de propuestas que aporten a la reflexión sobre la práctica y a la renovación de las experiencias escolares (Inciso c); ofrecer diversidad de propuestas y dispositivos de formación posterior a la formación inicial que fortalezcan el desarrollo profesional de los/as docentes en todos los niveles y modalidades de enseñanza (Inciso d)".* En el Artículo 67, (inciso b) expresa que los docentes de todo el sistema educativo tienen derecho"*A la capacitación y actualización integral, gratuita y en servicio, a lo largo de toda su carrera*" (sic)

Por lo expuesto, desde el Ministerio de Educación de la provincia de Tucumán en su Resolución Ministerial N° 0435/5 (MEd) se establece: *"Diseñar e implementar trayectos de formación docente continúa respondiendo a las áreas prioritarias y ejes estratégicos de la política educativa nacional y provincial; para dar respuesta a las necesidades de mejora de la enseñanza y de los aprendizajes"; "Diseñar capacitaciones para acompañar el proceso de indagación escolar en todos los niveles (...)".*

El presente trayecto de capacitación docente, estuvo centrado en la **alfabetización.** Tuvo como objetivo principal habilitar espacios de encuentros entre

[92] Maestra de Manualidades con Reconversión al área Tecnología, responsable del Trayecto Formativo.
[93] Maestra de Manualidades con Reconversión al área Tecnología, Fonoaudióloga, Supervisora de Tecnología zona centro.
[94] Prof. En Letras UNT, Referente del Equipo Ministerial.
[95] Maestra de manualidades con Reconversión a Tecnología, Prof. de Educ. Preescolar.
[96] Prof. en Lengua y Literatura del 3°Ciclo EGB y Polimodal

docentes de nivel primario del área Educación Tecnológica, junto con especialistas en alfabetización inicial y alfabetización tecnológica, para reflexionar sobre las prácticas pedagógicas que giran en torno a las prácticas de lectura, escritura y oralidad. Y de este modo integrar las disciplinas al proceso de alfabetización, considerando que los niños se comunican, leen y escriben en diversos entornos, muchos de ellos mediados por la tecnología. Comprobamos que integrar Educación Tecnológica y Lengua permite trabajar habilidades comunicativas en situaciones auténticas.

Palabras claves: Alfabetización - Interdisciplinariedad - Lenguaje tecnológico – Representación

Desarrollo

Desde el área de Educación Tecnológica (tomando en cuenta su especificidad y su enfoque sociotécnico), para el proyecto de capacitación docente, se habilitó un espacio virtual, como refuerzo de las instancias presenciales y como espacio alternativo para aportar estrategias y recursos motivacionales (narrativas, microrrelatos, fragmentos de cuentos, textos instructivos, etc.) que incentiven la imaginación técnica, la representación gráfica y la comunicación oral y escrita. Siendo así disparadores de proyectos tecnológicos para ser desarrollados con la dinámica del aula-taller de Educación Tecnológica, dentro de los lineamientos y metodologías enmarcados en los NAP y en el Diseño Curricular Jurisdiccional correspondiente (Proyecto Curricular Educación Tecnológica, Documento N°3, por ejemplo). La propuesta también consideró la necesidad de desarrollar el lenguaje técnico en los estudiantes del Nivel Primario, dada la importancia que la adquisición de estos términos alcanza en la comprensión de textos y en la conceptualización.

Cada una de las propuestas persigue un objetivo relevante: favorecer la articulación con el área de Lengua; dado que la responsabilidad de enseñar a leer, escribir, comprender y comunicarse oralmente, debe ser una labor compartida y las áreas especiales cuentan en sus diseños curriculares con contenidos relacionados con estos saberes. La posibilidad de encarar proyectos interdisciplinarios es posible. La articulación pretendida con el área Lengua no implica en lo absoluto, que el

docente de Educación Tecnológica abandone la enseñanza de su disciplina, sino que, desde los contenidos específicos del área, abre puertas que permiten el trabajo de alfabetización.

En el “Glosario de la Educación Tecnológica”, Carlos Marpegán define “Lenguaje tecnológico” de la siguiente manera:

> Sin lenguaje no hay conocimiento tecnológico, el uso de un lenguaje específico es imprescindible para producir y utilizar dicho conocimiento. La tecnología es el ‘logos de la techné’: es un discurso que se configura incesantemente como un potente campo simbólico. De modo que se puede llamar lenguaje tecnológico a cualquier sistema expresivo surgido de la acción técnica; entendiendo esta definición no sólo con sentido instrumental, sino desde una visión alfabetizadora mucho más amplia, donde el lenguaje tecnológico es también un instrumento mediador para la formación ciudadana integral y para la construcción de cultura tecnológica. Esto último supone la alfabetización tecnológica […]. (Marpegán, 2021: 214)

La Educación Tecnológica trabaja con textos completos, de circulación y significación social, y cuenta con un sistema de representación y de símbolos que adquiere significados precisos, describe permanentemente medios técnicos, y procesos. En nuestro proyecto, se brindaron propuestas de situaciones problemáticas, que llevaron a los docentes participantes de la capacitación, a vivenciar experiencias viables de aplicación en las clases de tecnología.

A su vez, el equipo Ministerial del área Lengua, compartió una selección de textos y otros recursos digitales para acompañar la formación de los docentes, como lectores de textos literarios y textos de estudio, invitándolos así a formar parte de la comunidad de lectores en la que toda escuela debe convertirse.

Además, se socializaron experiencias de docentes de Educación Tecnológica de nivel primario de Tucumán, y de especialistas de otras provincias, compartidas en los distintos encuentros de capacitación. Con respecto a la teoría de esta disciplina, se abordaron bibliografías específicas de autores referentes de Educación Tecnológica que llevaron la reflexión sobre la propia práctica docente.

El trayecto contó con resolución ministerial, se dictó con modalidad semipresencial y acreditó puntaje docente con una duración de 40 h reloj. Los destinatarios, docentes de Educación Tecnológica de nivel primario, fueron

convocados por supervisión de zonas Centro y Sur de la provincia, cubriendo así, gran parte del territorio.

A continuación, se detallan los objetivos seleccionados:

- Analizar los procesos de alfabetización inicial.
- Reflexionar sobre las prácticas pedagógicas vigentes.
- Diseñar estrategias pedagógicas interdisciplinarias (Tecnología-Lengua) para enriquecer la alfabetización inicial en el Nivel Primario.
- Analizar los aportes del área de Educación Tecnológica en los procesos de enseñanza de la lectura y escritura.
- Desarrollar proyectos integradores que articulen el área de Educación Tecnológica con el área de Lengua, para fortalecer los aprendizajes y potenciar el proyecto alfabetizador que poseen las diferentes instituciones.

El trayecto abordó las siguientes temáticas:

Módulo I: Alfabetización inicial.

Módulo II: Leer y escribir en el área de Tecnología.

Módulo III: Alfabetización Tecnológica. Lineamientos Generales.

Módulo IV: Textos, microtextos, narrativas y representación.

Modulo V: Glosario de la Educación Tecnológica. Léxico propio.

Modulo VI: Experiencias Compartidas de alfabetización. Lineamientos para la evaluación.



Hemos evaluado como positiva la experiencia de integrar métodos y contenidos de Lengua y Educación Tecnológica en un trayecto de capacitación. Habiendo cumplido con los objetivos fijados, inferimos que –en virtud de sus contenidos y de su didáctica específica – la Educación Tecnológica es un área propicia para realizar instancias interdisciplinarias de formación de docentes en ejercicio.

Bibliografía

- Flores P. y Marpegán C. (2024). Materiales de “Capacitación El rol de los recursos didácticos en las clases de Educación Tecnológica”. https://www.educ.ar/recursos/132576/nap-educacion-primaria-segundo-ciclo
- Marpegán, C. (2017), “Educación Tecnológica: su valor y su significación en la cultura y en la formación de ciudadanía” en Leliwa S. (comp.), *Educación Tecnológica. Ideas y Perspectivas*, 45-62. Córdoba: Brujas.
- Marpegán, C. (2021), Glosario de la Educación Tecnológica, Bariloche: Ediciones Patagonia Escrita. Versión digital: https://www.carlosmarpegan.com
- NAP. Educación Tecnológica. 2°Ciclo https://www.educ.ar/recursos/132575/nap-educacion-primaria-segundo-ciclo
- NAP. Educación Tecnológica. 1° Ciclo https://www.educ.ar/recursos/132575/nap-educacion-primaria-primer-ciclo
- Orta Klein S. (2018). *Educación tecnológica. Un desafío didáctico. Construcción de conceptos y desarrollo de capacidades*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Proyecto Curricular de la Educación Primaria. 2014-2015. Educación Tecnológica. Documento 3. Ministerio de Educación. Tucumán.
- Ulloque G. Experiencia brindada sobre el relato como motivación en las clases de Educación Tecnológica, para el abordaje del eje Procesos Productivos. Video. 2023 (Encuentro Colectivo de docentes de Educación Tecnológica).


ESPACIOS PARA
INSTITUCIONES

20. RECONFIGURACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGÍA

Sentidos, tensiones y desafíos en el nuevo plan del Profesorado Universitario en Tecnología

Alejandra Camors[97] *y Cecilia Figueredo*[98]

Resumen

El rediseño del plan de estudios del Profesorado Universitario en Tecnología de la Facultad de Arte y Diseño – Universidad Nacional de Misiones (PUnTec, FAyD–UNaM) constituye mucho más que una actualización programática, expresa un replanteo profundo de la formación docente, anclado en enfoques socio-técnicos que interpelan la función cultural, política y ética de la enseñanza de la tecnología en contextos de creciente virtualización y automatización.

Palabras Clave: Educación Tecnológica, formación docente, actualización curricular.

La tecnología como problema cultural: desplazamientos conceptuales y exigencias formativas en la docencia universitaria

En un tiempo signado por transformaciones vertiginosas en los modos de producción, circulación y apropiación del conocimiento, impulsadas por desarrollos tecnológicos que reconfiguran los entramados sociales, políticos y económicos, el campo de la educación tecnológica enfrenta el imperativo de revisitar críticamente sus fundamentos. El nuevo plan del Profesorado Universitario en Tecnología, impulsado por la Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Misiones, constituye una respuesta a esa necesidad, gestada a través de un extenso proceso

[97] María Alejandra Camors es Profesora en Educación Tecnológica. Facultad de Arte y Diseño - UNaM. Especialista en Enseñanza en Entornos Virtuales (OEI). Especialista en Educación y Nuevas Tecnologías (FLACSO). Especialista en Educación Tecnológica (UNaM). Diplomada en Enseñanza de las Ciencias (FLACSO). Diplomada en Ciencias Sociales (FLACSO) y Magister en Enseñanza en Escenarios Digitales (UNPA). Es Coordinadora General del Área Educación a Distancia de la Universidad Nacional de Misiones, Responsable del Sistema Institucional de Educación a Distancia y Presidente de la Comisión de TIC. Secretaria de Investigación de la FAyD. Profesora en Carreras de Grado y Posgrado de la FAyD y FCEQyN UNaM. Investigadora categoría III del Programa Nacional de Incentivos, dirige Proyectos de Investigación Educativa y en Tecnología.

[98] Cecilia Cristina Figueredo es Profesora en Educación Tecnológica (UNaM), Especialista en Cultura Guaraní Jesuítica y Magister en Cultura Guaraní Jesuítica (UNaM). Actualmente doctoranda del Programa de Doctorado en Desenvolvimento Regional (DINTER). Linea de Educación y desarrollo. Es Docente en el Profesorado de Educación Tecnológica en el área desarrollo docente. Docente de la Especialización en Investigación Educativa de la FCEQyN UNaM. Miembro de la Comisión de Profesorados de la UNaM. Coordina la Red de Prácticas Profesionales Docentes de la Universidad Nacional de Misiones. Es coordinadora del Nodo Oberá de la Red de Investigación Educativa (Mnes.). Es investigadora categoría III. Dirige proyectos de investigación y programas de Extensión.

de análisis colectivo que involucró a docentes de larga trayectoria y a egresados que recientemente se sumaron a la planta, cuyas miradas heterogéneas contribuyeron a reconstruir los sentidos formativos del campo.

Este replanteo no se reduce a un mero reordenamiento de asignaturas o a la incorporación de contenidos actualizados según demandas coyunturales. Se trata, en esencia, de una transformación epistemológica que desplaza el foco desde una visión instrumental de la tecnología, entendida como simple conjunto de herramientas o técnicas para la resolución de problemas prácticos, hacia un abordaje que la concibe como construcción social compleja, cargada de historicidad, atravesada por valores, disputas y tensiones que involucran la configuración misma de lo humano. Desde esta perspectiva, la tecnología deja de presentarse como un dato neutro o un destino inevitable, para tornarse en objeto de problematización cultural, ética y política, cuya enseñanza exige ser pensada en el cruce con la filosofía, la historia, la sociología y el arte.

Este giro conceptual se traduce en un plan que otorga un lugar central a espacios curriculares orientados a desnaturalizar los procesos técnicos, explorando sus genealogías, sus relaciones en la conformación de subjetividades y sus efectos en el ambiente y en la distribución global de recursos y oportunidades. El estudio de la artificialidad como fenómeno social polisémico se integra así a los trayectos formativos, potenciando una visión crítica que desafía las lecturas lineales y reduccionistas heredadas de modelos productivistas.

Entre praxis proyectual, inteligencia artificial y virtualización: arquitecturas curriculares que modelan nuevas subjetividades pedagógicas

La estructura curricular del plan responde a esta concepción ampliada, organizándose en campos de formación general, específica, pedagógica y de práctica profesional que dialogan de manera constante. Particular relevancia adquieren los talleres proyectuales, concebidos como espacios de experimentación colaborativa donde el aprender haciendo se articula con la reflexión crítica y el análisis situado de problemas. Allí, el pensamiento proyectual trasciende el mero diseño técnico para constituirse en proceso cognitivo, creativo y social, capaz de anticipar escenarios futuros, evaluar alternativas y tomar decisiones fundamentadas, siempre en tensión con las condiciones del contexto.

De modo concomitante, el itinerario formativo incorpora módulos dedicados a la programación, la robótica y la mecatrónica, que no solo buscan dotar al futuro docente de competencias para el manejo de lenguajes computacionales y sistemas automatizados, sino que abren interrogantes acerca del lugar de la inteligencia

artificial y la automatización en los procesos productivos y en la vida cotidiana. Este tratamiento de la tecnología computacional se inscribe en una estrategia pedagógica que combina el desarrollo de habilidades técnicas con la problematización de sus implicancias éticas, laborales y sociales.

El plan encuentra en su modalidad de implementación a distancia un punto de inflexión que lo vincula estrechamente con las normativas vigentes, particularmente la Resolución Ministerial N° 2599/23, que establece estándares para garantizar calidad, accesibilidad y acompañamiento en propuestas mediadas tecnológicamente, y con la política institucional de la UNaM, que mediante su Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) redefine el aula virtual como entorno central de la experiencia educativa. Lejos de restringirse a un repositorio de contenidos, el aula virtual se prevé como en un espacio de interacción sincrónica y asincrónica, de tutorías personalizadas, de producción colectiva y de construcción de entornos personales de aprendizaje (PLE), donde convergen recursos hipertextuales, audiovisuales, simulaciones y proyectos colaborativos.

La práctica profesional docente, fue diseñada distribuida en un trayecto que se inicia con intervenciones socio-comunitarias y culmina con experiencias en instituciones escolares, funciona aquí como articuladora de todos los campos formativos. Se trata de un proceso dialéctico que concibe a la praxis no como simple aplicación de teorías, sino como espacio para interrogar críticamente las propias prácticas, reconstruir saberes y producir conocimiento pedagógico situado en el marco de la formación universitaria.

Más allá de los dispositivos: una formación docente que interpela futuros posibles desde la ética, la sostenibilidad y el compromiso social

En última instancia, el rediseño del plan del Profesorado Universitario en Tecnología de la FAyD–UNaM evidencia una toma de posición frente a los desafíos del presente y las incertidumbres que implican los escenarios futuros. Al colocar en el centro de la formación docente la interrogación por el sentido de los procesos tecnológicos, por los valores que orientan las intervenciones humanas en el mundo y por los futuros que resulta legítimo y éticamente deseable construir, esta propuesta se aparta de cualquier tentación de tecnocratismo neutral.

El docente que aquí se proyecta no se define únicamente por su experticia en lenguajes digitales o en metodologías didácticas innovadoras, sino por su capacidad para intervenir en debates públicos sobre la distribución social del conocimiento, la sustentabilidad ambiental, la justicia curricular y la democratización de las oportunidades educativas. Se configura así un perfil profesional sensible a las

particularidades territoriales, capaz de liderar proyectos inter y transdisciplinarios, de articular ciencia, arte y tecnología, y de contribuir activamente a fortalecer comunidades locales mediante propuestas pedagógicas pertinentes y transformadoras.

En este momento, el nuevo plan, que ya ha sido aprobado en el ámbito del Consejo Directivo de la Facultad de Arte y Diseño y el Consejo Superior de la UNaM, se encuentra en la instancia final del circuito, a la espera de la Resolución Ministerial que le otorgará validez nacional. Su emisión habilitará la difusión masiva y la convocatoria a inscripción, marcando así el comienzo de una nueva etapa en la que el proyecto podrá materializarse en la formación de las y los futuros docentes de tecnología, trascendiendo las fronteras de la provincia de Misiones.

Lejos de ser una mera actualización programática, el nuevo plan del PUnTec representa un gesto profundamente político y pedagógico que asume el riesgo de pensar la educación tecnológica como espacio formativo desde el cual imaginar y disputar futuros. En un mundo atravesado por crisis ambientales, por procesos de automatización que redefinen el trabajo y por flujos comunicacionales globales que tensionan identidades y culturas, este proyecto curricular se erige como apuesta por una formación docente que, más que domesticar tecnologías, se atreva a interrogarlas y a utilizarlas para ampliar el horizonte de lo común.

21. PROFESORADO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Instituto 9 de Julio – Tucumán

Prof. Martín Herrera[99] *– Ing. Maximiliano Lahorca*[100]

En el “Instituto 9 de Julio” de la Ciudad de San Miguel de Tucumán, se dicta desde hace más de 20 años, el profesorado de Educación Tecnológica y actualmente es la única institución educativa, en toda la provincia, que ofrece la carrera de formación docente en esta área. Las clases se dictan en turno noche, y asisten a ellas estudiantes de diferentes puntos de la provincia de Tucumán e incluso de zonas pertenecientes a provincias limítrofes. La formación y la denominación del Título con el que egresan nuestros estudiantes es: *Profesor/a de Educación Tecnológica para nivel Inicial, Primario y Secundario*; certificación que les habilita insertarse y comenzar a trabajar pronto en alguno/s de los niveles del sistema educativo.

Las clases y la formación en general, en nuestro instituto, se caracterizan por un acompañamiento que podríamos describir como personalizado; pero el compromiso de los formadores especialistas del área trasciende incluso lo estrictamente institucional y viene acompañado de un vínculo cercano con instituciones asociadas y co-formadores, supervisión, sindicatos docentes, profesores egresados y docentes del área en general. Estos detalles se capitalizan y retroalimentan nuestras prácticas formativas; cada uno de estos actores e instancias nos devuelven información sumamente útil para ajustar nuestras propuestas para mejorar el perfil de los futuros egresados.

Una característica que acompañó desde el inicio a este profesorado, es su compromiso de excelencia con la formación académica, acompañando las transformaciones legales, actualizándose en posicionamientos didácticos y epistemológicos como así también aggiornando los mismos a las particularidades de

[99] Profesor de Didáctica de la Educación Tecnológica I, y de Práctica Profesional I, II y IV.
[100] Profesor de didáctica de la Educación Tecnológica III.

nuestra jurisdicción. En ese camino y para lograr los objetivos que deseamos hemos proyectado y diseñado para este periodo lectivo 2024 diversas acciones, entre ellas destacamos las siguientes:

- Desarrollo y presentación institucional de trabajos integradores de distintos espacios curriculares.
- Promoción de ayudantías estudiantiles.
- Divulgación y fomento de instancias formativas extra institucionales, por ejemplo: Congresos de Educación Tecnológica, Cafés Tecnológicos, Seminarios, Cursos, Conferencias, etc.
- Seminarios formativos para los docentes formadores del profesorado.
- Reuniones periódicas con el equipo de docentes que integran el eje de la Práctica. (articulación vertical de cátedras)
- Articulación horizontal permanente entre los espacios de Didáctica y Práctica.
- Talleres de socialización de experiencias de práctica entre estudiantes de 1ero a 4to que cursan dicho espacio curricular.
- Talleres gratuitos de capacitación en Didáctica de la Educación Tecnológica destinados a docentes egresados de nuestra casa de estudio y docentes co-formadores vinculados a nuestra institución.
- Desde el espacio de la práctica profesional se estimula el desarrollo de bitácoras de aprendizajes individuales en formato digital, las que se retoman y amplían clase a clase – tema a tema – año a año.

La educación es un lugar de encuentros, de oportunidades, construcción pero también de desafíos, y quien trabajamos en esta área sabemos que los desafíos son constantes para la Educación Tecnológica, tanto desde el plano académico y específicamente disciplinar, como desde la perspectiva político - educativa considerando a la ET como parte de ese *curriculum, que es la síntesis de elementos culturales, e incluso es también el espacio en el que confluyen intereses de diversos grupos y sectores de la sociedad que pretenden o plantean hegemonía o resistencia.* Por eso hoy más que nunca, desde nuestras aulas, entendemos el valor y exaltamos la importancia crucial de la función social de la Educación Tecnológica para la formación ciudadana, que aporte a una visión amplia y no fragmentada de la realidad, que favorezca el desarrollo de habilidades generales y no específicas, que

nos permita humanizar el entorno tecnológico comprendiendo sus cambios y continuidades, alejándonos así de las consecuencias de una barbarie de especialísimo.

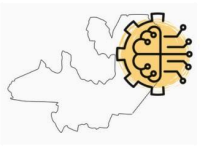
22. EDUCACIÓN TECNOLÓGICA SÍ, GRACIAS. 3er Congreso Nacional de Educación Tecnológica en Salta.

Luis Alfredo Cayo.[101]

Laura Ester Campero[102]

Del 7 al 9 de noviembre del año 2024 se desarrolló la tercera edición del Congreso Nacional de Educación Tecnológica organizado en forma conjunta por el Sindicato de Docentes Privados (SADOP) Salta y la Asociación Salteña de Educadores en Tecnologías (ASET). En esta ocasión se desarrolló en el Instituto de Educación Superior N° 6001 “Gral. Manuel Belgrano” (Ex Normal) de Salta Capital, bajo el lema “Enseñar Educación Tecnológica en tiempos de Inteligencia Artificial”.

Las jornadas fueron propicias para el encuentro de docentes del área como así también de docentes de otros niveles y modalidades educativas, permitiendo la actualización y profundización de una temática de gran interés en la actualidad, como lo son las Tecnologías de Inteligencia Artificial. Coincidimos, en ese sentido, con lo que algunos especialistas del área comentan respecto a nuestro interés por una mayor visibilización, presencia y fortalecimiento de la Educación Tecnológica en las aulas



[101] Profesor de Tecnología y Lengua y Literatura (IES 6012 El Carril). Licenciado en Educación. Especialista en Educación y Nuevas Tecnologías (FLACSO Argentina). Especialista en Docencia en Entornos Virtuales (UNQ). Maestrando en Procesos educativos mediados por Tecnologías(UNC). Trabaja en el nivel secundario en el interior de Salta. Está a cargo de Tecnología y su didáctica del Profesorado en Tecnologías del IES N° 6001 - Ex Normal de Salta Capital.

[102] Profesora de Tecnología y Educación Primaria (IES N° 6001). Formó parte de la comisión de elaboración de los Diseños curriculares de Educación Tecnológica de nivel primario y secundario de Salta. Docente de nivel secundario y superior. Capacitadora docente de Educación Tecnológica. Presidente de Fundación Forjando Futuro

entendiendo el planteo de que las IA son sólo una excusa más para seguir pensando este espacio curricular que lo vamos construyendo entre todos.

De las instancias formativas propuestas como conferencias, conversatorios, mesas



paneles, presentación de revistas especializadas , galería de póster y talleres participaron especialistas nacionales destacados en la temática del evento (Abel Rodríguez de Fraga, Mario Cwi y Gabriel Ulloque), y contó con la asistencia de estudiantes avanzados del profesorado de Tecnología de la provincia de Salta (Capital, El Carril y El Tala), como así también de docentes de Tecnología/Educación Tecnológica provenientes de las provincias de Jujuy, Tucumán, Catamarca, Córdoba, Santiago del Estero, Santa Fe, CABA y Salta.

Al inicio del encuentro, se pudieron escuchar estas palabras cargadas de emoción "…A muchos de los presentes nos une la amistad construida durante años, en algunos casos desde nuestra época de estudiantes y en otros desde el compartir y transitar las instituciones educativas y otros espacios educativos ya como profesores de Tecnología. En razón de ello, les comentamos que este Congreso, "nuestro" Congreso es el resultado de una serie de casualidades y causalidades que nos llevaron a principios de este año a apostar nuevamente por la concreción de una edición más de este evento de nosotros y para nosotros, los profesores de Tecnología/Educación Tecnológica…"



Esta propuesta estuvo marcada por un clima que favoreció el intercambio de experiencias de aula, de investigaciones y de conocimientos construidos en el quehacer diario de los docentes de Educación Tecnológica colmando ampliamente las expectativas de los asistentes en lo relativo a la calidad de las presentaciones y el nivel académico ofrecido. Al mismo tiempo estuvo marcada por el ánimo de los estudiantes del profesorado del interior de Salta en la primera jornada y los talleres con especialistas en temáticas vinculadas con el área fueron momentos destacables del Congreso, que creemos que quedarán en la memoria de los participantes y contribuirán al éxito de futuras ediciones.

Por último y no menos importante, queremos agradecer a cada uno de los profesores de Tecnología/Educación Tecnológica de ASET (Asociación Salteña de Educadores en Tecnologías) que colaboraron en la concreción del evento y que una vez más, al decir de Averbuj, E., dijeron sí a la Educación Tecnológica.


CRONICAS TÉCNICAS
DE LA PATERNAL PROFUNDA

23. CRÓNICAS TÉCNICAS DE LA PATERNAL PROFUNDA

Profesor Claudio Andrés Sobico

14- **Crónica Técnica de la Paternal Profunda .Segundo grado. Acto del 25 de Mayo**. Los estudiantes de segundo grado han desarrollado un lenguaje para jugar al Robot Farolero, (ejerciendo el natural pensamiento algorítmico humano) , en 15 minutos y mientras el profe hace de robot que sólo responde a órdenes concisas , finalmente deciden que son sólo 9 órdenes muy simples (^Prendéte^ ^Caminá^ ^Izquierda^ etcéteras) para que las pueda comprender el artefacto, incluyendo ^ fuego ^ para que el robot farolero encienda con el magiclick a gas las velas reales de los faroles reales que ellos hicieron; se entrenan todos para controlar al robot (que sigue siendo el profe haciendo de robot, que recibe obediente las ordenes de una sola palabra, porque “más no entiende el robot-profe”) que va encendiendo, de a uno, cuatro 4 faroles (a vela) diseminados por el taller; y luego, cuando amanece, faroleros coloniales de verdad pasan a apagarlos mediante una "herramienta apagadora" que ellos diseñaron. Todos quieren hacer esa rutina el día del Acto del 25 de Mayo; y su maestra organiza para incluirlos en la celebración, el secretario de la escuela pide ser él el robot farolero y le promete al profe que hará de robot farolero de verdad siguiendo las instrucciones algorítmicas, obedientemente, sin dejar ver esa alma de payaso que lo habita; -Porque si no vas a confundir a los chicos-, le advierte el profe; -No les compliques el momento por favor a los chicos Y etcéteras.
Lo jura el secretario.

Es el acto y el himno y la bandera, los discursos de adultos para adultos y etcétera. Todo comienza bien y el robot hace reír de sólo verlo, envuelto en siete metros de rollito ben de aluminio y su cabezota con un sombrerote con forma de farol, el profe lo hace llegar apagado al robot hasta el lugar de inicio, el centro del patio en celebración, donde los controladores con micrófono le darán la orden de ^Prendéte^ y ^Caminá^ y ^Pará^ , Îzquierda^ todas las demás órdenes, de a una hasta que el robot encienda los cuatro faroles de la escena. Y ahí el profe comienza a sudar porque el robot disfruta alargando las escenas y dramatizando los pasos de robot y los chicos controladores que se defienden bien sin perder el lenguaje concreto,

tratando concentrados de que el robot haga su trabajo, y toda la escuela mientras ríe. Y al final exitoso los cuatro faroles quedan encendidos y el profe que entra a escena rápidamente diciendo que le va a sacar la pila al robot para hacerle un mantenimiento y para retirarlo veloz , y casi lo arrastra hasta al taller de tecnología, mientras en escena ya salió el sol del amanecer y entonces dos faroleros apagan los faroles con sus herramientas apagadoras; Y mientras la escuela aplaude al robot y a los faroleros; y el profe ya dentro del taller que busca alguna manera (mientras le saca la cabezota de farol) de decirle al secretario que lo hizo demasiado largo y payasesco, que un robot es un robot, que se trata de eso, de que sea un robot; y ahí justo los dos faroleros entran al taller, lo miran serios al secretario, y con una palmada en el antebrazo rollito ben le dicen ¡Lo hiciste bien Secre!. Y ahí es cuando el profe se calla la boca.

Crónica Técnica de la Paternal Profunda. Marzo de 2025. Segundo grado.

Bé es un poco desubicado y se relaciona con sus compas más bien con pequeños conflictos. Fue el que se dió cuenta por qué la bolita de vidrio sobre la mesa del taller del profe corría siempre hacia un lado, y señalando abajo mostró que el profe había puesto un par de tacos de madera de un solo lado y Por eso la mesa está chueca dijo.



La consigna era que en cada uno de las cuatro largas mesas pusieran tacos de madera en dos de su patas y que la bolita corriera sola (por gravedad) y chocará por lo menos 10 veces (rebotes) con cubos y trozos de madera que debían ir posicionando a lo largo del recorrido de la bolita. Están un rato, que va del clásico pasillo de madera donde No chocaba nada, hasta darse cuenta que se debía parecer más a una especie de laberinto; luego de la Investigación, el desarrollo de poner y sacar distintos trozos de madera, al cabo de varios prototipos de pequeños cambios de posición, lo logran; lo repiten cinco veces y siempre la bolita hace lo mismo, choca diez veces con las madera hasta llegar al otro lado.

Y ahí Bé dice que es porque ahora la bolita tiene Inteligencia Artificial.


SECCIÓN ESPECIAL

24. PRÓLOGO DE LOS EDITORES - SECCIÓN ESPECIAL

Carlos María Marpegán Gabriel Ulloque

En el devenir de nuestra práctica docente, planificar una enseñanza situada implica partir desde un marco político-social de referencia que nos permita “leer” el contexto. En otras palabras, toda iniciativa pedagógica se inscribe siempre en un proyecto político, social y cultural más amplio que la contiene. En la formación de ciudadanos para habitar un mundo tan cambiante como nos toca vivir en la actualidad, nuestra concepción de la Educación Tecnológica no debería olvidar o desestimar la mirada tecnopolítica que la fundamente desde una complejidad creciente y que le otorgue un horizonte de sentido.

Con este propósito, TechNE tiene hoy el orgullo y la satisfacción de presentar el Manifiesto Tecnopolítico redactado recientemente por tres jóvenes brillantes, notables y profundxs pensadores argentinxs. Con este texto, abrimos un territorio de reflexión y debate en pos de una visión tecnopolítica que enriquezca y oriente nuestras prácticas educativas.

Este Manifiesto es un llamado a la acción colectiva, a la construcción de una articulación virtuosa y sinérgica entre humanos y no-humanos; y es en esta relación dónde la Educación Tecnológica tiene mucho que debatir, aportar y formar. Para ello, los autores nos exhortan a mostrar “cómo en la tecnología y en la naturaleza se dan múltiples disputas y se alojan posibilidades de invención inéditas”. Y también nos advierten que “entre formas políticas, procesos tecnológicos y estratos del suelo” existe un espacio fértil para la creación conjunta de modos más justos de vida.

Para los autores – TechNE comparte totalmente esta visión – está naciendo un mundo radicalmente diferente. Y en este nuevo mundo: “Sólo existirán futuros abiertos si activamos una imaginación a la altura del presente”. El diagnóstico situacional del Manifiesto nos interpela seriamente, porque la misión de la Educación Tecnológica es la formación de personas que abran el futuro, porque ellos son el futuro, y nosotros, en el presente, tenemos que estar a la altura de ese desafío.

En segunda instancia, rescatamos un segundo manifiesto. Un texto provocador y necesario: el "Manifiesto Hacker", publicado originalmente en 1995 en la revista "El

Paseante" de Ediciones Siruela. Su lectura interpela directamente el corazón de nuestra práctica docente en Educación Tecnológica.

Este manifiesto anónimo, escrito hace treinta años en los amaneceres de la revolución digital, nos incomoda con el planteo acerca de qué mundo estamos construyendo dentro de nuestras aulas para aquellxs estudiantes que buscan mucho más que respuestas premasticadas. El texto, cargado de emociones fuertes y mucha lucidez, describe la experiencia de un adolescente que encuentra en la tecnología un refugio frente a la institución escuela que no responde a sus situaciones vitales y continúa utilizando viejos métodos con preguntas nuevas.

Para nosotros, resulta inquietante constatar que, tres décadas después, las preguntas formuladas al cierre del documento mantienen su vigencia: ¿Cómo están nuestras clases de tecnología? ¿Encontramos sentido a nuestras prácticas docentes? ¿Cómo alfabetizamos científico-tecnológicamente a los estudiantes de hoy? La brecha generacional y digital se ha complejizado con nuevas capas de desencuentro entre la cultura escolar y la cultura digital de nuestrxs estudiantes.

El manifiesto nos desafía a repensar si nuestras aulas son espacios de exploración genuina o meros escenarios de reproducción acrítica. Nos obliga a preguntarnos si fomentamos la curiosidad hacker —entendida como esa pulsión irrefrenable por comprender cómo funcionan los sistemas— o si, por el contrario, domesticamos esa energía convirtiéndola en obediencia procedimental.

Invitamos a la comunidad lectora de TechNE a leer este texto con mente abierta y espíritu autocrítico. No se trata de romantizar la transgresión ni de justificar prácticas ilegales, sino de reconocer en la voz del hacker una demanda legítima: una educación que honre la inteligencia, que desafíe el pensamiento y que forme ciudadanos digitales críticos, no meros usuarios pasivos de tecnologías que otros diseñan.

Que estos manifiestos, escritos uno en la prehistoria digital y el otro en nuestro presente desafiante, nos sirvan de espejo para mirarnos con honestidad y de brújula para orientar nuestras prácticas hacia una Educación Tecnológica verdaderamente emancipadora

S.E. 1. MANIFIESTO TECNOPOLÍTICO[103]

Javier Blanco[104] *- Emmanuel Biset*[105] *- Flavia Costa*[106]

Estamos viviendo una transformación del mundo que produce una profunda vacilación de todas las certezas. Esta vacilación se manifiesta en dos procesos: la aceleración que la mediación técnica produce de todos los órdenes de la vida y la crisis ambiental antropogénica, que destituye la naturaleza como telón de fondo y la vuelve inestable. Ambos procesos exigen soluciones, al menos inicialmente, tecnológicas. No sorprende que, en este marco, la política venga sufriendo un proceso de vertiginosa transformación, que exigirá reformular sus vocabularios y prácticas. Seremos contemporáneos de nuestra época si somos capaces de inventar esta política.

La invención política supone siempre la articulación de la herencia de una tradición y la imaginación de futuros. Particularmente, de aquella tradición hecha a fuerza de mezclas, extinciones, cocoliches e hibridaciones que logremos convertir en nuestra. Sólo será posible alojar una nueva política si somos capaces de afirmarnos crítica y amorosamente sobre aquellas tradiciones de pensamiento radical sobre la forma de vida, la tecnología y la ecología que se han tejido en Latinoamérica. Sólo existirán futuros abiertos si activamos una imaginación a la altura del presente. Heredar aquellas

---

[103] Este artículo es publicado en TechNE con expresa autorización de Revista Digital SUPERNOVA (https://revistasupernova.co) .puede consultarse en https://revistasupernova.com/nota/manifiesto-tecnopolitico

[104] Javier Blanco es Doctor en Informática por la Universidad de Eindhoven, Países Bajos. Profesor titular de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba. Investigador categoría I del Programa de Incentivos. Es director de la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas (FCS, FFyH y FA) en la misma Universidad. Integra el grupo Dedalus de Investigaciones sobre la Técnica y la Fundación Mueve abocada a la Cultura Digital. Especializado en las áreas de métodos formales, filosofía y computación, filosofía de la información y filosofía de la técnica. Ha dirigido ocho doctorados concluidos, dirige otros cinco y ha escrito numerosos trabajos científicos en Ciencias de la Computación, Matemática, Educación y Filosofía

[105] Emmanuel Biset es Doctor en Filosofía por la Université Paris 8 y por la Universidad Nacional de Córdoba. Investigador de Carrera en el CONICET de Argentina y Profesor de la Universidad Nacional de Córdoba. Director del Proyecto "Arqueologías del porvenir" y del Programa de Investigación "Estudios en teoría política" del Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad. Su investigación actual se centra en formas de pensamiento político alrededor del cambio climático y la disrupción digital. Su última publicación es el libro colectivo "Arqueologías políticas del porvenir" editado por la Universidad Nacional de Córdoba, 2024.

[106] Flavia Costa es Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires, investigadora de carrera en el CONICET de Argentina y profesora en las Universidades de Buenos Aires (UBA) y de San Martín (UNSAM). Dirige el Observatorio de Tecnologías, Sociedad y Ecosistemas digitales de la facultad de Ciencias Sociales de la UBA. Sus líneas actuales de investigación son la gobernanza ética de la Inteligencia artificial, los desafíos teórico-epistemológicos de los ecosistemas digitales + IA y las tecnopoéticas de la escala planetaria. Su libro "Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida" (Taurus, 2021) obtuvo en 2024 el Premio Konex de ensayo político.

tradiciones que enseñan que la naturaleza y el ambiente no son recursos, y que la innovación y la tecnología no son meras herramientas de las decisiones políticas, sino que definen sus propias políticas. Abrir la imaginación de múltiples futuros que restituyan la posibilidad de un mundo deseable. Para ello, es necesario pensar la concurrencia siempre tensa de política, naturaleza y tecnología.

A. Definir el mundo

1. Asistimos a una gran transformación que está engendrando un nuevo mundo debido a dos causas: a) Todo aquello asociado a la tecnología está produciendo un cambio del mundo a partir de la emergencia y consolidación de las mediaciones computacionales ubicuas que profundizan la aceleración de las formas de vida y operan como soporte de un nuevo orden algorítmico de lo existente; b) todo aquello asociado a la naturaleza está sufriendo cambios que producen una inestabilidad primordial. Cambio climático, calentamiento global, devastación ambiental son solo marcas de una era alojada en el nombre Antropoceno.

2. Esta gran transformación se origina en una doble ruptura. Ya no es posible circunscribir un mundo social o cultural con independencia de las mediaciones tecnológicas o los procesos naturales. Se destituye la ilusión de un mundo social/cultural autónomo. Ya no es posible definir un mundo exclusivamente desde la acción del ser humano. Se destituye la ilusión de la excepcionalidad de lo humano. Estamos ante la emergencia de un mundo multiescalar que se define por el entrelazamiento de vida, inteligencia y tecnología. Por ello, es necesario inventar nuevas palabras.

3. Se pueden buscar múltiples orígenes históricos de la gran transformación. Toda búsqueda de un origen restituye la ilusión de una única ruptura y un límite preciso. El mundo contemporáneo se define por algo más radical: tiempo y espacio dejaron de ser categorías a priori para ser modificadas por los mismos procesos tecnológicos y naturales que atravesamos. Ya no es posible situar, porque tiempo y espacio dejaron de ser definiciones de un contexto para ser un material inestable pasible de transformación. El ritmo de estas transformaciones, que afectan cada vez más las condiciones de subjetivación, continúa acelerándose.

4. El mundo contemporáneo escapa a las posibilidades históricas de conocimiento e imaginación del ser humano. El aprendizaje maquínico permite, a través del reconocimiento masivo de patrones, producir formas de conocimiento inéditas en la historia humana. La apertura a ontologías de existentes no humanos, a través de infinitas historias, produce formas de conocimiento inéditas de los múltiples mundos en el mundo. La combinación de aprendizaje maquínico y ontologías múltiples transforma drásticamente la capacidad de percepción del mundo.

5. La vida psíquica y social, las formas de subjetivación y socialización, están atravesando un momento disruptivo, signado por una creciente discrepancia entre las velocidades de la evolución técnica y el desmantelamiento de la naturaleza, por un lado, y la construcción de herramientas conceptuales, necesarias para darle sentido y orientarlas, por el otro. Estamos ante la emergencia de un nuevo modo de subjetivación: audiencias móviles de identidades desagregadas dispuestas a la guerra. Estas audiencias están exhaustas (por la ausencia de tiempo), enojadas (por diversas frustraciones) e inmersas en una batalla (contra los órdenes institucionales modernos, percibidos como limitadores).

6. En este mundo ha emergido una propuesta política de nuevo cuño: una derecha radical que funda su posición en una guerra contra la catedral progresista, en la cual el mundo ya no puede alojar a todos. Se quiebra cualquier suelo común en la fantasía de la huida hacia otros planetas. Esta derecha supone una alianza sin precedentes entre capitalismo voraz, conservadurismo cultural y nuevas tecnologías. Ha sido, hasta ahora, el único lugar donde se vehiculiza el creciente malestar contemporáneo. El final de la ilusión del progreso infinito y la imposibilidad de las democracias actuales para mejorar las condiciones de vida de las grandes mayorías se canaliza en un resentimiento que encuentra su forma en la incorrección política.

7. La simbiosis entre redes digitales y movimientos políticos ultraconservadores es, sin embargo, contingente, propia de un momento específico de la evolución técnica y de las tradiciones políticas. Nuestra tarea es inventar una política radical que confronte con la derecha. Una política que pueda vehiculizar el malestar contemporáneo mostrando su posibilidad de transformación. Existen dos condiciones para formular

una política radical en este mundo: abandonar una mirada instrumental de las tecnologías computacionales actuales y abandonar una mirada de la naturaleza únicamente como recurso. Ni instrumento, ni recurso. Ambas dimensiones tienen que comprenderse como constitutivas de un espacio político que abra posibilidades emancipatorias. Nos mueve la necesidad de inventar un antagonismo político frente a la derecha radical.

B. Heredar tradiciones

1. La invención política que exige el presente encontrará lugar si somos capaces de heredar un conjunto de tradiciones latinoamericanas que supieron articular política, naturaleza y tecnología en un sentido emancipatorio. Tradiciones que han instituido imágenes de otros mundos posibles, conceptos para nombrarlos y operaciones para realizarlos. De hecho, buena parte de los problemas urgentes del mundo actual son, para esta región del planeta, un retorno de formas de su pasado. Una región que se conjuga cíclicamente en futuro anterior.

2. La primera tradición que heredamos es aquella que, en las décadas de 1960-70, en distintos países de Latinoamérica, produjo una articulación entre el pensamiento científico y tecnológico y proyectos de desarrollo que no necesariamente adoptaban las pautas prescritas por las potencias mundiales. Fue un movimiento multidisciplinario, conceptualmente creativo y con compromiso político. Para esta tradición, las transformaciones tecnológicas son una oportunidad para renovar las estrategias políticas y culturales y proponer nuevas posibilidades de cambios. Ejemplo de esto fue el desarrollo de modelos numéricos que permitían vislumbrar posibilidades de evolución social, o los sistemas de toma de decisión distribuida —como Cybersyn, en Chile— que fomentaban la democratización radical de los espacios de trabajo.

3. La segunda tradición que heredamos es aquella que tempranamente supo identificar que las disputas en esta región fueron siempre por la tierra. La misma constitución de una región latinoamericana supone la articulación entre extracción de recursos naturales y despojo de poblaciones indígenas. Siempre estuvieron en juego formas de apropiación de los llamados recursos naturales en vista de un desarrollo como promesa incumplida. Para esta tradición, existe una memoria inscripta en los estratos del suelo:

en América Latina nunca fue posible pensar la naturaleza como telón de fondo de las acciones políticas; aquí siempre fue objeto de disputas. Como si el Antropoceno en esta región fuera una cuestión del pasado. Por ello, es necesario recuperar los imaginarios políticos que inscribían en el mismo territorio la posibilidad de una justicia por venir.

4. El desafío actual es producir una articulación entre estas dos herencias, mostrando cómo los desarrollos tecnológicos siempre implican una disputa por el suelo (una geopolítica de los minerales) y cómo los territorios siempre son definidos por disputas entre tecnologías (una fragmentación de cosmotécnicas).

C. Multiescalaridad de la inteligencia planetaria

1. El gran desafío que presenta el Antropoceno es el carácter múltiple de las crisis existentes. Esto es nombrado actualmente como policrisis: crisis ambientales, crisis de desigualdad, crisis de migraciones, etc. El principal desafío de la policrisis es abordar la reformulación de las escalas temporales y espaciales. La escala del espacio actual es "lo planetario". La escala del tiempo actual es el "tiempo profundo". Tenemos que pensar, al mismo tiempo, el colapso de las escalas existentes e inventar medios para pensar múltiples escalas.

2. Los desarrollos tecnocientíficos en las décadas de 1960-70 se asentaron en un aprovechamiento de los aún escasos recursos computacionales. Los modelos matemáticos, numéricos y cibernéticos, pensados como medios políticos estratégicos, permitían avizorar bifurcaciones, caminos de creciente independencia alternativos a la mirada única del desarrollo planteada por las grandes potencias. El modelo viable asociado al proyecto Cybersyn en el Chile de Allende o el Modelo Bariloche de crecimiento económico o los diversos modelos numéricos de cuestiones sociales desarrollados por Oscar Varsavsky, son ejemplos paradigmáticos.

3. Las disputas por el suelo se asentaron en una profunda simbiosis entre agentes humanos y no humanos. Es imposible narrar la historia de Latinoamérica sin mostrar las múltiples ontologías que hacen del suelo siempre un entramado entre tecnologías, naturalezas y seres humanos. La historia del suelo permite mostrar no sólo la

multiescalaridad, los tiempos inscriptos en los estratos, sino el carácter plural de los mundos que existen en un territorio.

4. Resultan necesarias imágenes y mediaciones que permitan, a su vez, trabajar sobre el carácter fragmentario de los mundos del Antropoceno y construir una interfaz planetaria. Una interfaz tecnológica para la pluralidad de mundos existentes. Un atlas vertical de los estratos de tecnologías que definen mundos. Esta interfaz será posible activando el potencial democratizador de la programación computacional, intrínsecamente favorable al trabajo colaborativo y abierto a lo común. Cuando la computación se transforma en un fenómeno ubicuo, se convierte en una meta-tecnología, lo que puede entenderse como un marco para el desarrollo de múltiples y heterogéneas formas técnicas, con diferentes signos políticos.

5. En la actualidad, la disputa se ubica en la conjugación de dos dimensiones. Por un lado, las formas de la percepción actual se definen por una interfaz de sensores que configuran mundos. Sensores ubicuos: sensores de temperatura, sensores de movimiento, sensores de datos. La infraestructura perceptiva del mundo actual se define como interfaz de sensores. Por otro lado, las formas de la cognición actual se definen como inteligencia sintética, que se compone de agentes humanos y no humanos. La infraestructura cognitiva del mundo actual se define como inteligencia sintética. Infraestructura perceptiva, infraestructura cognitiva. La tarea es dar lugar a una infraestructura política en la combinación de infraestructura perceptiva e infraestructura cognitiva.

6. La discusión tecnopolítica parece gravitar alrededor del desarrollo de la IA, de la carrera por liderar estos desarrollos, pero también por fomentar diferentes imaginarios. La discusión geopolítica parece atrapada entre un prometeísmo ilustrado que busca resolver el problema ambiental mediante una geoingeniería global y un posthumanismo autonomista que enarbola los lenguajes de la resistencia. Frente a ello, sostenemos que el presente reclama la constitución de inteligencias sintéticas del Antropoceno irregular. Para esto, por un lado, vale señalar que ambos términos del sintagma “inteligencia artificial” son inadecuados para describir los actuales sistemas; recuperamos entonces la expresión “inteligencia sintética” para referir a la

combinación de “cognición computacional” y “cognición humana”. Por otro lado, el término Antropoceno ha dado lugar a profusas discusiones por la restitución de un universalismo que unifica a la humanidad como totalidad responsable de la devastación ambiental; preferimos mantenerlo, alojando en su seno una equivocidad que no sólo lo vuelve plural o irregular, sino objeto de disputas políticas. Inteligencias sintéticas del Antropoceno, o mejor, infraestructuras cognitivas planetarias, es condición para pensar el carácter fragmentario del mundo e imaginar futuros deseables.

7. La carrera por las IA ha permitido a las corporaciones globales tomar la iniciativa, ya que, a diferencia de la mayoría de los desarrollos de software, esta requiere de grandes infraestructuras de hardware y acceso a la producción masiva de datos. Recuperar este tipo de software como acervo de lo común, en línea con el siempre presente movimiento de software libre y con la vasta tradición de comunalidad de todos los bienes culturales y científicos, es condición para la construcción de otros futuros geotecnopolíticos. Esto es posible en lo inmediato e implica reactualizar las posibilidades emancipatorias intrínsecas a las tecnologías computacionales alojadas en múltiples mundos como extensión y potenciación de las capacidades cognitivas generales. Estas posibilidades emancipatorias se encuentran en los modos en que la cognición computacional excede y complementa lo humano, constituyendo una interfaz de múltiples existentes. La tarea es imaginar una cognición computacional más allá de lo humano sin caer en un transhumanismo que sólo restituye un humanismo uniforme.

8. La multiescalaridad que exige abordar un Antropoceno irregular encuentra en la tecnología actual una posibilidad. Frente a la captura masiva de datos por plataformas y a la carrera por definir la Inteligencia Artificial, la tarea se presenta doble: mostrar el carácter plural de las tecnologías y restituir su uso común. Desarrollar herramientas tecno-conceptuales capaces de dar cuenta de las múltiples escalas en las que tiene lugar lo político. Las mediaciones computacionales planetarias no sólo constituyen formas cognitivas, sino también nuevos marcos agenciales, cuya comprensión es indispensable para la acción colectiva efectiva en el presente. Esto conlleva generar

medios políticos específicos que permitan, al mismo tiempo, disputar la configuración de la tecnología y disponer nuevas formas de lo común.

D. Los diseños de la política

1. Una de las características del Antropoceno es el incremento masivo de la entropía y la imprevisibilidad, esto es, la disipación de energía y el agotamiento de los potenciales dinámicos y de la capacidad de regeneración de los recursos, tanto materiales como cognitivos. El agotamiento de la regeneración de recursos cognitivos y sociales encuentra un lugar privilegiado en la política. Su crisis surge de la utilización de herramientas teóricas y prácticas de un mundo ya inexistente. Las mediaciones computacionales y los problemas ambientales requieren un nuevo vocabulario político.

2. La primera tarea es negativa: abandonar cualquier concepto político que haga de la tecnología o de la naturaleza fenómenos exógenos que afectan el mundo de las relaciones humanas. No se trata de pensar ni un determinismo tecnológico o natural que afectaría el mundo político, ni la tecnología o la naturaleza como meros campos de aplicación de la política. No hay política actual sin el entrelazamiento irreductible de tecnologías y naturalezas. Ciertas conceptualizaciones frecuentes de las mediaciones computacionales necesitan ser deconstruidas, tanto las instrumentales como las antropomórficas.

3. La segunda tarea es analítica: generar un marco de comprensión general que identifique la emergencia de nuevas escalas de relación social e interespecie, y ponga el acento no sólo en la sustancialidad de esas nuevas escalas, sino en la emergencia de nuevas formas de relación entre esas escalas. Esto implica recurrir y expandir la memoria de operaciones culturales de largo aliento en nuestra región: hibridaciones, mestizajes, recombinaciones, créoles, profanaciones, ensamblajes cosmotécnicos en múltiples direcciones. El punto de partida es comprender que categorías como pueblo, sociedad, proletariado ya no dan cuenta del entramado de vínculos atravesado por mediaciones tecnológicas y la irrupción planetaria. Analizar las formas de lo que supo llamarse relaciones sociales implica redefinir los fenómenos a los cuales hay que prestarles atención.

4. La tercera tarea es propositiva: el desafío abismal es encontrar, imaginar, inventar una definición de política que pueda dar cuenta de una agencia distribuida entre existentes humanos y no-humanos. El eje de la pregunta política son las transformaciones contemporáneas en los vínculos entre los seres humanos, entre humanos y no-humanos y más allá de ellos. Sea en la IA o en otras mediaciones computacionales, sea en los fenómenos climáticos, nos encontramos ante formas políticas que articulan nuevos existentes: algoritmos, sequías, plataformas, virus, incendios. Si la polis siempre estuvo constituida por relaciones que excedían la interacción entre seres humanos, hoy más que nunca hay que imaginar una política donde nada quede excluido. No se trata sólo de definir de nuevo la política, sino de todo un vocabulario donde palabras como acción, libertad, democracia, emancipación encuentren nuevos sentidos. Mentes, sujetos, mediaciones tecnológicas, colectivos, organizaciones se constituyen mutuamente, lo que tensiona los conceptos heredados.

5. La cuarta tarea es práctica: la política se juega actualmente en terrenos diversos. En la economía de la atención, la construcción de perfiles, la automatización de procesos de decisión. En una geología de los medios, la extracción de materiales del suelo, la expansión de virus, bacterias, hongos, parásitos. Las prácticas de la política se plantean en otros territorios: mediaciones computacionales como instrumentos para las formas tradicionales de las organizaciones políticas y las campañas electorales, mediaciones naturales que abren a nuevos actores políticos como minerales, virus o especies. Necesitamos dar lugar a prácticas en esta redefinición de los territorios de la política. Una tarea urgente es explorar formas de organización efectivas articuladas a partir de las múltiples posibilidades abiertas por las mediaciones computacionales ubicuas.

6. Para sintetizar, es posible identificar dos movimientos. De un lado, identificamos una vacilación profunda de lo que entendemos por política, sin tener todavía un consenso sobre una nueva definición. Elementos centrales de su acepción como libertad, acción, decisión hoy están en discusión no sólo porque no se vislumbra un sentido común entre los "humanos", sino porque son transferidos a dispositivos maquínicos y existentes naturales. De otro lado, identificamos la necesidad de formular una tecnopolítica a la altura de nuestro tiempo, donde debemos incorporar a

existentes no humanos a la política, distribuir la agencia de modo amplio, pensar en escalas temporales astrofísicas. Estamos ante un nuevo régimen de sentido de la política que debe exceder cualquier definición humana, demasiado humana.

7. En este nuevo régimen de sentido es necesario abordar cómo las transformaciones tecnológicas y naturales en curso suelen acarrear inicialmente efectos entrópicos, es decir, homogeneizantes y reductores de la capacidad de agencia, pero también habilitan procesos en sentido contrario. Esto implica dar cuenta de cómo ciertas tecnologías digitales y entramados de existentes no humanos, en su enorme versatilidad, permiten la construcción de formas de organización más sofisticadas y en múltiples niveles y escalas. La acción política requiere hoy la constitución de procesos de abstracción que reconfiguren la escena política y abran nuevos espacios de posibilidad.

8. Los sistemas de IA actuales, en particular los grandes modelos de lenguaje (LLM), fomentan relaciones alienadas con los usuarios. El "prompt" como forma de operación técnica no sólo es limitada, sino que refuerza una mirada antropomórfica de estas entidades, que por un lado lleva a adscribirles características infundadas y, por otro, a perder de vista las reales virtudes tecnológicas y posibilidades evolutivas. La ausencia de un código legible, comprensible y modificable de los sistemas producidos por machine learning restringe los tipos de vínculos tecnológicos posibles.

9. En este nuevo régimen de sentido es necesario desactivar aquellos imaginarios que hacen de la tecnología sólo una herramienta de control y de la naturaleza sólo el lugar de recursos que sigue leyes inmodificables. Confrontar cualquier defensa del excepcionalismo humano es mostrar que el carácter plural de los procesos tecnológicos y naturales los convierte en objeto de disputa por sus mismos potenciales emancipatorios. La disputa política actual se encuentra en cómo diseñar el entrelazamiento irreductible de humanos, tecnología y naturaleza. En las formas de diseño, sin reducirlas a un voluntarismo humano, se juega la política por venir.

E. Hacia una tecnopolítica

1. Si la real-politik designa tradicionalmente el modo de configuración de las relaciones geopolíticas internacionales, hoy es necesario pensar una real-tecno-polítik. La tecnopolítica actual está signada por la polarización entre Estados Unidos y China, con otros bloques, como Europa o Rusia, actuando entre ellos de diversos modos. En este contexto, los países latinoamericanos están presionados en relación con sus recursos energéticos y atravesados por fracturas y líneas de tensión. El ascenso de las nuevas derechas es, quizás, el dato más significativo de este momento histórico.

2. El punto de partida de cualquier política es reconocer estas disputas tecnopolíticas y la emergencia de las derechas radicales como forma política singular. En este escenario, la tarea es construir una política concreta que confronte con la propuesta de la derecha radical sin apelar a ninguna nostalgia de pasados idealizados. Para ello, hay que desactivar cualquier propuesta que suponga la resistencia en vistas a detener un proceso en marcha. El desafío no es retroceder ni resistir, sino disputar el futuro. La tarea tecnopolítica es ofrecer futuros deseables que produzcan algo con los restos afectivos contemporáneos.

3. Para ello, hay que definir estrategias que: restituyan las fuerzas de instancias públicas para definir políticas frente al avance exclusivo de empresas privadas; apuesten por volver bienes comunes todo aquello que, mediante enclosures, es apropiado sólo para el lucro privado; establezcan como principio la multiplicidad en el seno de la tecnología y la naturaleza. La tecnodiversidad y la geodiversidad destituyen cualquier política de adaptación a una misma línea de progreso, trabajando en el seno de las mediaciones computacionales y naturales en marcha.

4. Para ello, hay que definir nuevamente los territorios en los cuales se disputa la política. Estamos ante una nueva topología que se define desde el entrelazamiento de diferentes estratos materiales y digitales. Esta comprensión no puede ser meramente instrumental, sino que debe asumir cómo, en la tecnopolítica actual, lo tecnológico constituye el ambiente. Necesitamos construir colectivamente una inteligencia planetaria que permita generar una geografía vertical de los múltiples territorios en disputa.

5. El primer desafío de la tecnopolítica contemporánea es responder a la pregunta: ¿qué sentidos constituyen hoy la política? El acento en el "qué" implica avanzar hacia la constitución de un vocabulario común. Atender a que la política no sólo pasa actualmente por instituciones políticas tradicionales —diferentes instancias del Estado— sino en nuevos territorios: plataformas digitales, configuración de algoritmos, extracción de materiales, definición de enfermedades. La disputa política por excelencia pasa hoy por cómo se va diseñando el mundo desde instancias no sometidas a discusión política. Discutimos candidatos para elecciones, pero no la captura de datos en nuestros celulares o el uso de químicos en el suelo. Necesitamos un vocabulario político que permita comprender la naturaleza de las disputas actuales y sus orientaciones posibles.

6. El segundo desafío de la tecnopolítica contemporánea es responder a la pregunta: ¿cómo hacer? El acento en el "cómo" requiere nuevas herramientas cognitivas, prácticas audaces, entramados inauditos. Pensar el "cómo" supone que la tarea fundamental surge de pensar una organización a la altura de nuestro tiempo. Organizaciones políticas que no se reduzcan a la confrontación interna desde la resistencia a lo que existe y que se constituyan de una manera intrínsecamente heterogénea. Modos de organización que ofrezcan una alternativa de futuro más justo en el entramado de estratos digitales y naturales. Cómo organizarnos es una tarea urgente porque redefine no sólo los lugares donde se hace política sino cómo se constituyen comunidades. Los desafíos que enfrentamos requieren una matriz organizacional que trabaje en múltiples estratos, que se componga de instancias heterogéneas, que abra mundos posibles.

7. En última instancia, este manifiesto es un llamado para configurar colectivamente una gramática política que permita la articulación de los entramados entre humanos y no-humanos que definen el mundo actual. Para ello, es necesario mostrar a la vez cómo en la tecnología y en la naturaleza se dan múltiples disputas y se alojan posibilidades de invención inéditas. El entrelazamiento irreductible entre formas políticas, procesos tecnológicos y estratos del suelo es un espacio para la creación

conjunta, sumamente versátil y todavía virtualmente inexplorado. Abrir modos más justos de diseñar ese entrelazamiento es la única política con sentido.

S.E. 2. CONCIENCIA DE UN HACKER - Revista el Paseante - 1995[107]

Hoy han pillado a otro, sale en todos los periódicos. “Adolescente arrestado por escándalo de sabotaje informático”, “Hacker arrestado por manipulación de bancos”.

*Malditos crío*s. *Son todos iguales.*

Pero tú, con tu psicología de sobremesa y tu tecnocerebro de los años cincuenta, ¿te has asomado alguna vez a ver que hay tras los ojos de un hacker? ¿Te has preguntado qué lo provocó, qué fuerzas lo determinaron, qué pudo moldearlo?

Yo soy un hacker, entrá a mi mundo...

El mío es un mundo que comienza en el colegio... soy más listo que la mayoría de los chicos, me aburre esa mierda que nos enseñan... malditos incompetentes. Todos son iguales.

Estoy en el instituto. He escuchado a los profesores explicar por enésima vez cómo se reduce una fracción. Lo entiendo. “No, señorita Smith, no he escrito el desarrollo. Lo he hecho razonando en mi cabeza...”

Maldito crío. Seguro que lo ha copiado. Son todos iguales.

Hoy he hecho un descubrimiento. Encontré una computadora. Esperá un segundo, esto es genial. Hace lo que yo quiero que haga. Si comete un error, es porque yo la he embarrado. No porque yo no le guste...

O porque se siente amenazado por mí...

O porque cree que voy de canchero...

O porque no le gusta enseñar y piensa que no debe estar aquí...

Maldito crío. Lo único que hace es jugar. Son todos iguales.

Y entonces ocurrió... se abrió una puerta a un mundo... corriendo por la línea telefónica y las fibras ópticas, se envía un impulso electrónico, en busca de un refugio frente a las incompetencias cotidianas... se encuentra una tabla de salvación.

Es éste... éste es el sitio al que pertenezco...

[107] Artículo publicado en la revista “EL PASEANTE, la revolución digital y sus dilemas” nº 27 – 28. Ediciones SIRUELA. Madrid España. S/D del autor. 1995
Es una joyita escrita hace 30 años.

Conozco a todos los que están aquí... aunque nunca nos hayan presentado, aunque nunca hayamos hablado, aunque quizás nunca vuelva a saber nada de ellos... Los conozco a todos...

Maldito crío. Otra vez ocupando la línea telefónica. Son todos iguales...

No te quepa la menor duda de que todos somos iguales... en el colegio nos han alimentado con cucharadas de puré cuando teníamos hambre de bife de chorizo.... los trocitos de carne que se colaban estaban premasticados y no sabían a nada. Hemos sido dominados por sádicos o ignorados por apáticos. Los pocos que tenían algo que enseñar nos consideraban alumnos interesados, pero esos pocos son como gotas de agua en el desierto. Éste es ahora nuestro mundo... el mundo del electrón y del interruptor, la belleza del baudio. Utilizamos un servicio ya existente, no pagamos por lo que podría tener un precio bajísimo de no estar en manos de especuladores insaciables, y nos llaman criminales. Exploramos... y nos llaman criminales. Buscamos el conocimiento y nos llaman criminales. Existimos sin color de piel, sin nacionalidad, sin prejuicios religiosos... y nos llaman criminales. Ustedes construyen bombas atómicas, hacen guerras, asesinan, estafan, nos mienten e intentan hacernos creer que es por nuestro propio bien, y aún así somos nosotros los criminales.

Sí soy un criminal. Mi crimen es el de la curiosidad. Mi crimen es juzgar a las personas por lo que dicen y piensan, no por su aspecto. Mi crimen es ser más listo que ustedes, algo que nunca me perdonarán. Soy un Hacker y éste es mi Manifiesto. Podrán parar a este individuo, pero no podrán pararnos a todos... al fin y al cabo somos todos iguales.