

TechNE

Año IV, N° 4



Primavera de 2026

ISSN 3008 -8828

EQUIPO EDITORIAL

Directores

Carlos Marpegán - Gabriel Ulloque

Editores

Susana Leliwa - Juan Carlos Pintos

Consejo Editorial

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	pg
1. EDITORIAL	6
2. ENSAYOS	8
2.1. EL GESTO DE ENSEÑAR, ENTRE EL APARATO Y LA PRESENCIA. <i>Sergio Salguero</i>	9
2.2. CUERPOS QUIETOS, MENTES EXHAUSTAS: EL COSTO PSÍQUICO DE VIVIR EN PANTALLAS. <i>Myriam R. Duarte</i>	20
2.3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESDE LA MARAÑA ALGORÍTMICA Desafíos para la educación tecnológica crítica. <i>Andrea Torrano y Natalia Fischetti</i>	39
2.4. TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. Una reconceptualización desde el cambio técnico, la tecnificación y la delegación de funciones humanas. <i>Daniel Richar</i>	54
2.5. ¿MEJORAR A QUIÉN? TRANSHUMANISMO Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA EN AMÉRICA LATINA. <i>Andrés Vaccari</i>	75
2.6. GÜNTHER ANDERS: LA CRÍTICA DE LA TECNOLOGÍA Y LA OBSOLESCENCIA DEL TRABAJO. <i>Daniel Blank</i>	102
2.7. JUSTICIA SOCIAL, DESIGUALDAD EDUCATIVA Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. Un análisis crítico de “El niño que domó el viento”. <i>Carolina Cabral, Gisela Godoy, Romina Miraglio</i>	117
2.8. LA MISIÓN ARTEMIS VISTA DESDE EL GRUPO ASTRONÓMICO OSIRIS. <i>Diego Galperin, Leonardo Heredia, Santiago Baliño, Pedro Barrado, Carmen Brigues Schvartzman, Francisca Brigues Schvartzman, Genaro Estevecorena, Simón Hidalgo Quesada, Neivion Jones, Owen Jones y Daira Ríos</i>	127
2.9. INTA EN LA ENCRUCIJADA. Implicancias del desguace para el desarrollo tecnológico y la producción en nuestro país. <i>Carolina Cabral, Gisela Godoy, Romina Miraglio</i>	140
2.10. SOBERANÍA METEOROLÓGICA. La Importancia Estratégica del SMN para una Argentina autónoma. <i>Gisela Godoy</i>	151
2. ENSAYOS DE ESTUDIANTES	158

2.11. DOS FUTUROS POSIBLES: TECNOLOGÍA, PODER Y SOCIEDAD EN DR. STONE COMO OPORTUNIDAD DE PENSAR SOBRE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. <i>Adrián Damián Pietzarka</i>	159
2.12. EL ETERNAUTA: Un análisis acerca de las tecnologías disponibles y la resistencia colectiva. <i>Gimena Alejandra Pereyra</i>	175
3. INSTITUCIONES	193
3. 13. NOMBRAR ES REFUNDAR: EL Instituto Superior del Profesorado Tecnológico se llama “AQUILES GAY”. <i>Eugenia Danieli, Carola Rodriguez</i>	194
4. EXPERIENCIAS DE AULA - DIDÁCTICA DE LA ET IV	199
4. 14. LOS DIAGRAMAS DE BLOQUES FUNCIONALES. Una herramienta didáctica potente. <i>Marcelo Barón</i>	200
4.15. IDEAS PARA ENSEÑAR CON TECNOLOGÍAS EN EL NIVEL INICIAL. <i>Irma Silva Molina</i>	232
4. 16. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA UNA DIDÁCTICA ESPECÍFICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA TECNOLOGÍA. <i>Carlos Monsalve</i>	248
5. INVESTIGACIONES	275
5. 17. CONGRESOS, CURRÍCULUM Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA Veinte años de debates en torno a una disciplina en construcción. <i>Silvina Orta Klein, Daniel Richar, Mariana Casas y Mariana León</i>	276
5.18. LAS REPRESENTACIONES INFANTILES SOBRE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN. <i>Juan Carlos Pintos</i>	292
5. 19. TIEMPO DE MATES Y PREGUNTAS. El conversatorio como dispositivo para volver a mirar, interrogar y pensar la Educación Tecnológica. <i>Alejandra Camors</i>	327
6. CRONICAS TÉCNICAS DE LA PATERNAL PROFUNDA	340
6.20. 26 - Crónicas Técnicas. Paternal profunda. Quinto grado. Por serle útil a una querida colega. <i>Andrés Sobico</i>	341

7. SECCIÓN ESPECIAL IV	342
7. 21. LA DECLARACIÓN DE NUEVA DELHI Y CÓMO INTERPELA A NUESTRO SISTEMA EDUCATIVO. Declaración de Nueva Delhi de la Cumbre sobre el Impacto de la IA. <i>Carlos Marpegan, Juan C. Pintos</i>	343
7. 22. SOBRE LA CUSTODIA DE LA PERSONA HUMANA EN EL TIEMPO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. ACERCA DE LA ENCÍCLICA <i>MAGNIFICA HUMANITAS</i> DEL PAPA LEÓN XIV	348

1. EDITORIAL

Ya no es posible circunscribir un mundo social o cultural con independencia de las mediaciones tecnológicas o los procesos naturales. [...] Estamos ante la emergencia de un mundo multiescalar que se define por el entrelazamiento de vida, inteligencia y tecnología.
(Blanco, Biset, Costa¹)

Estimados lectores

La Educación Tecnológica constituye hoy un campo dinámico y en permanente transformación, atravesado por procesos que reconfiguran de manera acelerada la enseñanza de las tecnologías en la escuela. La creciente digitalización, la expansión de las pantallas y las plataformas, la irrupción de la inteligencia artificial, las nuevas formas de producción, comercio y trabajo, la sostenibilidad ambiental, la cultura *maker* y los desafíos cognitivos emergentes conviven con prácticas escolares que buscan consolidar su identidad pedagógica.

Conscientes de que la Educación Tecnológica atraviesa un momento de reflexiones y redefiniciones profundas, *TechNE* N° 4 pone el foco en los **avances, oportunidades y desafíos** que hoy interpelan al campo. Más que ofrecer respuestas cerradas, este número propone abrir una reflexión en torno a una pregunta central: **¿qué lugar ocupa la Educación Tecnológica en la formación de ciudadanos capaces de comprender, intervenir, crear, innovar y transformar el mundo tecnológico que habitan? ¿Qué lugar ocupa en la construcción de valores ciudadanos democráticos, críticos y solidarios en este contexto más dinámico y cambiante que nunca?**

En este sentido, *TechNE* nos convoca a seguir construyendo un espacio fértil para el debate y el intercambio, atento a los cambios de época y comprometido con una mirada amplia de las tecnologías. Pensar la Educación Tecnológica -como hemos repetido hasta el cansancio y no descansaremos- no implica limitarse a la enseñanza instrumental de herramientas o dispositivos, sino asumirla como un campo cultural, pedagógico, económico y político orientado a comprender cómo las tecnologías se diseñan, producen, circulan y regulan, y de qué modo organizan tanto la vida social como las experiencias individuales.

¹ Manifiesto tecnopolítico, *TechNE* Año III, N° 3, Primavera de 2025 (254 – 260).

El compromiso actual también supone formar en ciudadanía digital, acompañando a las y los estudiantes en la comprensión crítica de los procesos de producción, circulación y viralización de la información. Se trata de promover sujetos capaces de actuar como usuarios, productores y distribuidores responsables en los entornos digitales, conscientes de los impactos sociales, culturales y éticos de estas prácticas. En otras palabras, contribuir a pensar y construir un mundo mejor con sustento tecnológico, frente a los riesgos y desafíos que plantea el creciente poder de los nuevos sistemas computacionales.

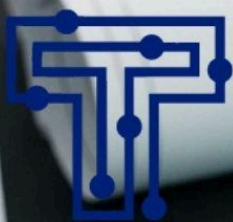
A partir de este número, la revista inaugura nuevas secciones destinadas a enriquecer la circulación del conocimiento y el diálogo entre la teoría, la investigación y la práctica docente. Encontraremos una sección de **Ensayos** que refiere a reflexiones, propuestas, preocupaciones, tensiones y perspectivas sobre el campo; otra, sobre **Investigaciones en Educación Tecnológica** dedicada a difundir estudios, avances y desarrollos teóricos; En **Experiencias de Aula y Didáctica de la ET**, encontraremos **La enseñanza de la Educación Tecnológica en los profesorados, y las prácticas docentes**, un espacio para analizar y visibilizar cómo se traducen las propuestas formativas de la educación superior, a nivel regional, en secuencias y decisiones didácticas concretas para los niveles inicial, primario y secundario. Se suman a las ya conocidas en anteriores entregas, **Crónicas Técnicas de la Paternal Profunda** de Claudio Sobico y una **Sección Especial** en la que “colgamos” artículos o documentos que consideramos esenciales para leer en estos tiempos que corren.

Agradecemos a las autoras y los autores por sus valiosas contribuciones, y a nuestros lectores por compartir el compromiso con una Educación Tecnológica cada vez más potente, crítica y actualizada.

Carlos María Marpegán – Gabriel Ulloque – Susana Leliwa – Juan Carlos Pintos

Notas

1. En todos los textos redactados por el Equipo Editorial de TechNE rechazamos toda manifestación de sexismo; la utilización del género es puramente convencional y genérico con la única intención de facilitar la lectura.
2. Las ideas y opiniones expresadas en los textos de nuestras/os autoras/es les pertenecen y no representan necesariamente la visión editorial de TechNE.



TechNE

Tecnología naturalis est

2. ENSAYOS

TechNE Año IV, N° 4, Primavera de 2026

ISSN 3008 -8828

2.1. EL GESTO DE ENSEÑAR, ENTRE EL APARATO Y LA PRESENCIA

Sergio Salguero²

Resumen

Este ensayo propone una relectura del pensamiento de Vilém Flusser para pensar el gesto de enseñar en un escenario donde las plataformas digitales organizan crecientemente las condiciones de la práctica docente.

A partir de las categorías de aparato, funcionario y gesto, se sostiene que la enseñanza no puede reducirse a la ejecución de programas, ya que conserva una dimensión irreductible ligada a la decisión, la interrupción y la presencia. En diálogo con Héctor Schmucler y Gert Biesta, el trabajo argumenta que el gesto docente constituye una forma de suspender momentáneamente la lógica programática de los aparatos para abrir un espacio de acordamiento y de emergencia del sujeto. Una experiencia situada en la formación docente inicial opera como dispositivo de entrada a esta reflexión filosófico-pedagógica.

Palabras clave: enseñanza, aparato, gesto, presencia

I

Hay clases que uno interrumpe. Y esa alteración puede tener muchos motivos, no siempre porque algo salga mal. A veces se cuela algo más importante que entra como aire por la ventana. Ese día sucedió en primer año del Profesorado. La planificación preveía trabajar el concepto de *viralidad en redes sociales*, parte de un recorrido mayor sobre lenguaje digital y audiovisual. Tenía los slides preparados en la pantalla interactiva, la carga de videos en el aula virtual listos, los links a utilizar chequeados, los ejemplos a utilizar seleccionados, toda la secuencia didáctica diseñada.

Pero ese día, minutos antes de ingresar al aula, en una conversación casual supe del acontecimiento de un niño perdido durante una salida escolar. Bastó esa noticia para

² Sergio Salguero. Docente. Especialista en Educación y TIC. Magister en Tecnología, Políticas y Culturas. Doctorando en Ciencias Humanas (UNSAM). 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

advertir que sus efectos desbordaron el episodio mismo y alcanzaron seguramente a todos los actores de la escuela.

Luego de los saludos iniciales y las acciones administrativas de rigor, comencé el desarrollo de mi clase, pero decidí interrumpirla. No puedo clasificar este gesto como algo del orden de lo imprevisto que se entrometió, porque en realidad hubo una decisión propia, fue deliberada. La viralidad como desarrollo de contenido podía esperar. Hubo un silencio primero. Después la infancia propia apareció en el aula. Las estudiantes, las futuras docentes, recordaron experiencias propias, el haber sido niñas que se perdieron alguna vez, la dependencia de un adulto y cómo se terminó resolviendo esa situación. La clase que tenía planificada sobre viralidad en las redes sociales se convirtió en una conversación sobre el cuidado, la responsabilidad y lo que significa estar con otros.

Entiendo que ninguna plataforma hubiera podido planificar eso, ningún algoritmo lo hubiera sugerido, ningún modelo predictivo lo habría anticipado. Pausar la presentación visual, cambiar el tono de voz, alejarme de la pizarra interactiva y acercarme al grupo. Son movimientos que no aparecen prescriptos por un protocolo o por una planificación y que, en términos flusserianos, son precisamente eso, gestos.

En un número anterior de esta revista³ argumentamos, a propósito de una relectura de Héctor Schmucler, que la educación tecnológica no puede reducirse al manejo de dispositivos ni a la lógica de las plataformas, no se trata de sostener posiciones instrumentalistas o del frenesí innovador que el sistema empuja, porque antes del *cómo* está el *para qué*. Era ante todo una advertencia en clave política. Sin definir a qué tipo de vida humana queremos contribuir, cualquier decisión sobre tecnologías educativas queda a merced de la lógica del mercado (Schmucler, 1983). Y esa advertencia tiene una dimensión pedagógica concreta. Si la enseñanza se reduce a transmisión de información, tranquilamente puede ser reemplazada por una máquina que ejecutaría esa función con más eficiencia y sin fatiga. Lo que no puede reemplazarse es el gesto de quien se deja afectar por lo que transmite, el docente que se vuelve presencia. Esa advertencia, formulada al borde de la sociedad informatizada, no ha perdido vigencia. La ganó. Vilém Flusser lo había formulado como pregunta décadas antes: “La sociedad tecnológica, con su creciente automatización, podría sobrevivir a la muerte de la enseñanza. ¿Pero valdrá la pena esto?” (1972). En ese umbral se sitúa este ensayo, en la tensión entre un aparato

³ <https://technerevista.com/wp-content/uploads/2025/10/3-TechNE-N3-Salguero-Leliwa-Mas-alla-de-la-Informatizacion-.docx.pdf>

que tiende a programar al docente que lo opera y la posibilidad siempre contingente de interrumpir esa programación desde el propio gesto-acto de enseñar.

II

Vilém Flusser nació en Praga en 1920 y murió en 1991 en un accidente de tránsito cerca de la ciudad donde había nacido, a la que regresaba por primera vez después de décadas de exilio. Filósofo checo-brasileño, hijo de una familia judía que la ocupación nazi obligó a dispersar, escribió sobre fotografía, diseño, comunicación y escritura sin pertenecer del todo a ninguna disciplina académica. Tampoco escribió de manera convencional. Adoptó el ensayo como esa forma híbrida entre poesía y prosa, entre filosofía y periodismo, entre aforismo y discurso, entre tratado académico y vulgarización. Entre ese punto de partida y el final de sus días, aprendió a pensar desde la incomodidad de no pertenecer a ningún lugar del todo. A esa experiencia del desarraigo la denominó *bodenlos* (sin suelo, sin fundamentos), un concepto existencial que no solo marcó su pensamiento, sino que también le dio título a su autobiografía (Flusser, 2007). Para muchos es un intelectual inclasificable y un pensador visionario que supo leer los vínculos entre culturas y tecnologías. Vivió, y pensó, en el umbral entre dos épocas, la del pensamiento histórico y lineal organizado alrededor de la escritura, y la que él mismo llamó poshistoria, donde las imágenes producidas por aparatos desplazan a la palabra escrita y un tipo de pensamiento estructural y no lineal empieza a abrirse paso. Desde esa posición fronteriza pudo pensar transformaciones que décadas después se volverían evidentes. Un Flusser desafiante y consciente de su posición en la cultura afirmaba su propósito constante de incomodar o inquietar a sus receptores, porque según él, esto constituye “la tarea del intelectual en general y del profesor en particular: provocar zonas de subversión intelectual en su entorno” (Flusser, 2007, p. 204).

Lo que anticipó, y hoy resulta difícil de ignorar, es que vivimos rodeados de sistemas que producen sentido, que organizan lo que es posible pensar, decir y hacer. A esos sistemas los llamó *aparatos*, quizás el concepto más persistente en su pensamiento vinculado al de *funcionario* (Baitello Junior et al., 2022). El aparato importa menos por su materialidad que por el programa que incorpora, ya que este organiza desde su interior las reglas y

posibilidades de funcionamiento, orientando la acción de sus funcionarios hasta el punto de que sus límites suelen asumirse como el marco natural de la práctica⁴.

La cámara fotográfica fue el laboratorio desde el cual Flusser pensó los aparatos. En ella advirtió que la libertad de quien la opera nunca es absoluta, siempre se despliega dentro de un programa que delimita un campo de posibilidades. Esta lógica permite pensar, con las debidas precauciones, otros dispositivos técnicos contemporáneos, entre ellos las plataformas digitales educativas. En esta transición se despliega lo que Flusser llamó un “giro óntico”, donde el orden de la centralidad humana se invierte. A diferencia del instrumento preindustrial que aumentaba el poder del hombre, o de la máquina que alienaba al obrero, el aparato posindustrial asume el poder de decisión y domina a los sujetos a través de la heterodeterminación de sus programas (Baitello Junior et al., 2022). Conviene precisar el sentido en que este trabajo emplea el término *programa*. En el campo de la didáctica, la organización de la enseñanza se materializa en la planificación, entendida como una anticipación de la práctica mediante la formulación de propósitos, de objetivos, la selección y secuenciación de contenidos y la previsión de estrategias de intervención y evaluación. La planificación didáctica constituye una hipótesis de trabajo para la enseñanza y no la enseñanza misma. En Flusser, en cambio, el programa no designa un plan elaborado por un sujeto, sino la lógica de posibilidades inscrita en un aparato, aquella que orienta las operaciones que este hace posibles y configura el horizonte de significados desde el cual adquieren sentido. De allí que los aparatos, a diferencia de las herramientas y las máquinas, “no tienen la intención de cambiar el mundo sino de cambiar el significado del mundo; su intención es simbólica” (Flusser, 2019, p. 28). Desde esta perspectiva, la plataforma digital no constituye simplemente un recurso para implementar una planificación docente, sino un aparato programado cuyo funcionamiento preconfigura qué formas de participación, de presencia y de producción de saber resultan posibles, visibles y legítimas.

Flusser llamó *funcionario* a quien opera el aparato sin interrogarlo. El funcionario dista del torpe burócrata y del autómatas que carece de voluntad. Se trata de figuras cuya aparente

⁴ Esta caracterización responde al interés de Flusser por el aparato como programa antes que como objeto material. Diversas perspectivas posteriores (especialmente los estudios de ciencia y tecnología y los nuevos materialismos) vienen cuestionando esa primacía, enfatizando que la materialidad de los artefactos, sus infraestructuras, las relaciones de mantenimiento, el consumo energético y las redes sociotécnicas participan activamente en la producción de la acción y no constituyen un soporte secundario (Latour, 2005; Parikka, 2015). Sin embargo, el presente trabajo recupera la noción flusseriana de programa porque permite comprender con claridad cómo los dispositivos delimitan el campo de posibilidades de la práctica docente.

autonomía se ejerce siempre dentro de un programa que orienta, restringe y hace previsibles sus acciones. El funcionario es alguien que cree que elige pero en realidad ejecuta. El docente cree que diseña su clase y la sube a un LMS⁵ cuando en realidad esa plataforma ya delimitó el repertorio de formatos disponibles, qué y cómo comunicar, las formas de recorrer el espacio digital, cómo se organiza la participación, qué cuenta como presencia y qué no. Su libertad es real pero es una libertad programada, puede moverse pero solo dentro del tablero que el aparato diseñó. Este funcionario flusseriano, ya se venía condensando desde antes a partir de la cercanía con el absurdo alienante de los burócratas de Franz Kafka y la amoralidad apolítica del Eichmann de Hannah Arendt (Baitello Junior et al., 2022). En ambos casos, el sujeto es triturado por un engranaje burocrático o tecnológico que anula su capacidad de pensar, reduciendo su labor a la mera ejecución⁶.

El filósofo lo había advertido en 1972 con una precisión que incomoda. Si los docentes transmiten modelos sin comprometerse con ellos, sin dejarse afectar por lo que transmiten, pueden ser sustituidos por máquinas programadas. El progreso despiadado, afirmaba, barrería de la escena a ese tipo de profesores (Flusser, 1972). La advertencia apuntaba a algo más profundo que la tecnología como amenaza. Pero él no se quedó en el diagnóstico. Reconocía que, al igual que en el juego de ajedrez, un aparato posee reglas fijas y restrictivas, pero es capaz de albergar usos cognitivamente desafiantes y creativos (Baitello Junior et al., 2022).

En sus textos sobre la escuela del futuro imaginó la transformación de los participantes a programadores dialógicos de los aparatos y la posibilidad “transaparatística” de la existencia (Flusser, 2011). Una palabra extraña que nombra la percepción del aparato como un juego, el conocimiento de sus reglas, y desde ahí encontrar movimientos diferentes, movimientos no previstos en el programa. Eso es lo que hace un docente cuando interrumpe. No deja de ser funcionario del aparato, pero tampoco se limita a ejecutar su programa. Explora sus posibilidades de un modo que abre espacio para lo

⁵ LMS (Learning Management System): sistema de gestión del aprendizaje utilizado para organizar y administrar la enseñanza en entornos virtuales. Plataformas como Moodle, Canvas o Google Classroom estructuran la disposición de contenidos, actividades, evaluaciones e interacciones mediante arquitecturas y reglas de funcionamiento predefinidas.

⁶ Como señalan Baitello Junior et al. (2022), el concepto de “funcionario” en Flusser se nutre de dos grandes referentes. Por un lado, la alienación de los personajes de Franz Kafka (como Josef K. en *El proceso* o Gregor Samsa en *La metamorfosis*), atrapados en sistemas absurdos cuyas reglas obedecen ciegamente, y por el otro, la tesis de Hannah Arendt sobre Adolf Eichmann y la “banalidad del mal”, que describe al burócrata totalitario que renuncia a pensar por sí mismo para actuar como un operario eficiente del sistema. Flusser, que dictó un curso sobre Arendt en 1966, traslada esta ceguera burocrática al plano tecnológico, donde el aparato ya no solo regula los gestos del usuario, sino fundamentalmente su modo de pensar.

improbable. De acuerdo con Flusser: “primero, podemos engañar al aparato en su terquedad. Segundo, es posible hacer entrar de contrabando en su programa ciertas intenciones humanas que no están previstas en él. Tercero, se puede obligar al aparato a generar algo imprevisto, improbable, informativo (...)” (2019, p. 83). La tarea no es destruirlos, sino “invertirlos en dirección a nuestra libertad” (Flusser, 2017, p. 117)

III

Mientras promediaba la escritura de este ensayo, me topé con un artículo de Gabriela Sabulsky (2019) dedicado a las llamadas *analíticas de aprendizaje*⁷ en entornos virtuales⁸. Buscaba allí una mirada pedagógica sobre los procesos analíticos de la enseñanza, pero lo que me detuvo fue una cita que la autora recupera del filósofo francés Éric Sadin. No había previsto que esa lectura ingresara al ensayo. Decidí, sin embargo, dejar que modificara el recorrido de la escritura. Como ocurre con el gesto de interrumpir una clase, no se trató de una irrupción fortuita, sino de la decisión de seguir una pregunta que el programa inicial no contenía.

Leída desde Flusser, la frase Sadin me ayudó a focalizarme en el tema de los gestos y en la delegación progresiva de los actos humanos:

Esta dimensión en curso se amplificará en los próximos años. Además, nuestras vidas individuales y colectivas están cada vez más reorientadas por sistemas que nos conocen con mucha precisión, que nos sugieren ofertas hiper individualizadas, que nos aconsejan este u otro comportamiento. Por medio del uso de nuestros protocolos de interconexión se opera una cuantificación continua de los gestos, la cual autoriza un “asistente robotizado” expansivo de las existencias. (Febbro, 2013, párr. 11).

En un libro dedicado enteramente a esta cuestión, el propio Flusser intentaría precisar la naturaleza de ese movimiento humano que los aparatos hoy pretenden codificar o cuantificar, en términos de lo expuesto en la cita anterior. ¿Cómo se transforma el pensamiento humano cuando ya no solo hablamos o escribimos, sino que gesticulamos con aparatos? En 1991 se publicó el libro *Los gestos. Fenomenología y comunicación*, cuando Flusser ya había consolidado gran parte de su pensamiento mediático y filosófico.

⁷ Sabulsky (2019) las define como “dispositivos tecnológicos que se incorporan a entornos virtuales de interacción, con el fin de registrar las huellas digitales que dejan quienes participan en ellos, creando grandes bases de datos” (p. 13).

⁸ Las promesas corporativas de personalización algorítmica operan bajo esta misma matriz técnica, constituyendo el programa definitivo del aparato pedagógico moderno para predecir conductas y estandarizar trayectorias. Al aislar al estudiante en un circuito de respuestas preconfiguradas, estos dispositivos clausuran la imprevisibilidad del encuentro humano y obturan la confrontación con la alteridad que resulta indispensable para la vida común.

En este libro se mencionan diferentes gestos como actos simbólicos, desde escribir, escuchar música, fotografiar, trabajar, amar... Y, podemos inferir, también el gesto de enseñar.

Un gesto, definió, es “un movimiento del cuerpo o de un instrumento unido a él, para el que no se da ninguna explicación causal satisfactoria” (Flusser, 1994, p. 8). La precisión de lo que encierra esta definición apunta directo al corazón de las analíticas predictivas. Alguien podría intentar explicar por qué interrumpí aquella clase enumerando una serie de causas como la noticia del niño perdido, el vínculo previo con el grupo, o incluso los recuerdos de mi propia historia afectiva. La explicación sería correcta y no alcanzaría. Dejaría fuera la intencionalidad viva que redefine la situación; olvidaría, en definitiva, que fue un gesto.

Vale detenerse en una distinción que Flusser hace en ese mismo libro y que el contexto educativo vuelve especialmente precisa. Un gesto no es un síntoma. El síntoma también es un movimiento que escapa a la explicación causal completa, pero lo hace sin intención, expresa sin comunicar. El gesto, en cambio, es intencional y simbólico, quiere decir algo aunque no pueda decirse del todo en palabras. Cuando un docente interrumpe una clase no reacciona ante un estímulo, decide. Y esa decisión tiene una dimensión simbólica que escapa a cualquier protocolo porque su sentido no se deriva de sus condiciones sino que las excede. Eso es lo que Flusser llama libertad en el gesto. La irreductibilidad del movimiento a sus determinaciones. Estar determinado y aun así exceder esa determinación.

Pero además le agrega una capa más. Todo gesto no solo expresa sino que articula, transforma una disposición interna en algo que puede circular entre otros, leerse, interpretarse. A eso lo llama *acordamiento*. Es algo anterior a la comunicación, el movimiento mediante el cual un espacio común empieza a vibrar antes de que la palabra llegue a organizarlo.

En aquella clase eso fue lo que ocurrió. El silencio inicial no era vacío. Era un modo de disposición compartida. Cuando las estudiantes empezaron a recordar haber sido niñas que se perdieron, eso que cada una traía consigo y compartió verbalmente se volvió común. El gesto de interrumpir creó las condiciones para que eso pudiera pasar. Sin explicación previa, sin acuerdo racional. El *acordamiento* no se planifica, se hace posible bajo ciertas condiciones.

Enseñar es, antes que cualquier otra cosa, hacer posible ese *acordamiento*. Ese movimiento sincronizado de cuerpos, tiempos y disposiciones que ocurre cuando algo se vuelve común entre quienes comparten un espacio.

Lo que Flusser llama *acordamiento* se expresa como una dimensión estética y comunicacional, como un afecto o disposición interna compartida que se reorganiza y adquiere legibilidad para otros. Pero el *acordamiento* tiene un límite. Es una condición necesaria para que algo ocurra entre quienes comparten un espacio, pero no garantiza que ese algo transforme a quien lo vive. ¿Puede haber sintonía sin que algo se inaugure? El pensamiento de Gert Biesta agrega una dimensión diferente⁹. El autor llama *coming into presence* al acontecimiento en que alguien viene al mundo como sujeto responsable ante algo externo. Para que eso ocurra necesita a otros que reciban y respondan a ese inicio (Biesta, 2006, p. 133). El *acordamiento* crea el terreno donde el *coming into presence* (el advenimiento del sujeto) germinará. Enseñar, entonces, es hacer posible ese suelo.

IV

La clase que narré desde el inicio de este trabajo no terminó en la interrupción. Después de ese desvío deliberado, volví a la pizarra interactiva y reinicié la propuesta que había planificado originalmente. La viralidad en las redes sociales apareció de nuevo en la pantalla, pero ahora atravesada por esa vibración compartida y acontecida. Ese *acordamiento* flusseriano dispuso otro clima.

Todavía analizo si esa tarde efectivamente algo se inauguró, si alguna de esas futuras docentes logró ese *coming into presence* del que habla Biesta. Sigo explorando el gesto de enseñar como un movimiento que no ofrece garantías ni se deja traducir en valores cuantificables, por las exigencias de lo planificado o de los resultados estandarizados. Lo que sí puedo afirmar es que, mientras la pregunta política de Schmucler (1983) sobre el tipo de vida humana al que queremos contribuir permanezca archivada y olvidada por las

⁹ La noción de “venir al mundo como sujeto” constituye el núcleo del paradigma existencial de la educación que Gert Biesta contrapone al modelo clásico de la cultivación. Tal como analiza Oliverio (2025), este abordaje rescata la tarea genuina de la subjetivación frente a los reclamos instrumentales de la cualificación y la socialización. Denuncia que la hegemonía del discurso del aprendizaje (*learnificación*) reduce la enseñanza a una lógica de adaptación de habilidades y a un individualismo neoliberal que provoca un efectivo borrado del mundo. En el espacio escolar, este advenimiento del sujeto se canaliza a través de lo que Oliverio redefine como “gestos docentes de no indiferencia”, esto es, interrupciones que despiertan en el otro el deseo de existir en el mundo de manera adulta.

instituciones educativas, las decisiones sobre la enseñanza seguirán delegándose hoy, en la lógica de las plataformas y algoritmos y en las tecnócratas de turno.

La escuela que imaginó Flusser como una utopía cercana la muestra como un espacio de diálogo intersubjetivo y un ámbito de juego político-cultural frente a los aparatos. Frente a los aparatos, los estudiantes de esta nueva escuela adoptarán una postura lúdica, crítica y distante para "trascender" el sistema:

Esto dará a los estudiantes una retirada "irónica" en relación a los aparatos y su funcionamiento. Este distanciamiento será una invitación a dar el paso o sumergirse en la experiencia inmediata. Una invitación a la "filosofía". En otras palabras, los estudiantes de la escuela del futuro trascenderán el aparato. Percibirán el aparato como un juego. Serán jugadores con las reglas que aprendan. (Flusser, 2011).

Para que esta transformación no solo sea una cuestión individual o de capacidad personal aprendida se necesita modificar la estructura comunicativa misma del aula. Abandonar el discurso unidireccional para construirse desde el diálogo intersubjetivo:

De discursiva pasará a ser dialógica, no hablará más "sobre" sino "cómo". Las formas, las estructuras subyacentes, dejarán de ser "temas", y pasarán a ser estrategias intersubjetivas. Los participantes de la escuela dejarán de ser "programados" y pasarán a ser programadores dialógicos de los aparatos. Vivirán de manera transaparatística. (Flusser, 2011).

Esta escuela imaginada se enfrenta a las tendencias de la desconexión ingenua porque se revela justamente en el juego entre apagar y encender la pantalla. Aparece y cobra vida en los intersticios de cada aula, en la pausa imprevista antes de continuar, en la decisión deliberada de suspender momentáneamente el contenido para salvar la presencia y luego, solo luego, reiniciar la marcha. El gesto de enseñar crea o posibilita esta transformación.

Leído desde Flusser, el gesto de enseñar nombra la posibilidad de interrumpir, aunque sea momentáneamente, la lógica programática de los aparatos para abrir un espacio de acordamiento y presencia. Trasciende la técnica y la capacidad profesional. Y aunque pudiera pensarse como capacidad su fortaleza política-pedagógica radica en producir diferencias donde todo parece orientado a la repetición.

Durante mucho tiempo la formación superior en general, y el profesorado en particular, desplazaron esa dimensión estética-comunicativa y ética-política sobre la enseñanza reduciendo la tarea docente a la gestión de aprendizajes y competencias (Biesta, 2017,

citado en Oliverio, 2025). Aprender a enseñar es aprender una práctica, y esa práctica excede cualquier contenido. Con sus gestos y sus interrupciones, impregna la biografía escolar de cada estudiante y esa trayectoria es lo que también va a llevar a la escuela de destino. La pregunta que todavía queda abierta no es técnica, ni siquiera didáctica, sino política, refiere a qué tipo de docente forma una institución que funciona enteramente dentro de la lógica del aparato, y qué tipo de ciudadanía tecnológica puede construirse desde ese docente. Schmucler preguntaba para qué educar antes de preguntar con qué tecnologías hacerlo. La misma pregunta vale para la formación docente y la construcción de ciudadanía. Antes de diseñar entornos virtuales y analíticas de aprendizaje, de desarrollar y fortalecer capacidades individuales de aprendizaje, conviene preguntarse qué gestos estamos haciendo posibles, y cuáles estamos invisibilizando en el gesto-oficio de enseñar.

Bibliografía

- Baitello Junior, N., Andrade Bornhausen, D., y Florian Heilmair, A. (2022). Aparato [Flusser]. En C. Celis Bueno, D. Parente, y A. Berti (Comps.), *Glosario de filosofía de la técnica* (p. 54). La Cebra.
- Biesta, G. J. J. (2006). *Beyond learning: Democratic education for a human future*. Paradigm Publishers.
- Febbro, E. (2013, 19 de noviembre). *Las tecnologías digitales debilitan la capacidad de decidir*. Página/12. <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-233880-2013-11-19.html>
- Flusser, V. (1972). Ensino. In M8-FSP-PZ-12_262_ENSINO ESSAYS 8_PORTUGUESE-E. Arquivo Vilém Flusser São Paulo. Traducción propia.
- Flusser, V. (1994). *Los gestos. Fenomenología y comunicación*. Herder. (Obra original publicada en 1991).
- Flusser, V. (2007). *Bodenlos: uma autobiografia filosófica*. Annablume.
- Flusser, V. (2011). *Pós-História: vinte instantâneos e um modo de usar*. Annablume.
- Flusser, V. (2017). *El universo de las imágenes técnicas. Elogio de la superficialidad*. Caja Negra.
- Flusser, V. (2019). *Para una filosofía de la fotografía*. La Marca Editora.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: Una introducción a la teoría del actor-red*. Ediciones Manantial.

- Oliverio, S. (2025). La enseñanza como gesto de no indiferencia y la presencia de la escuela en tiempos oscuros. *Policy Futures in Education*, 23(3), 539-552. <https://doi.org/10.1177/14782103251320829>
- Parikka, J. (2021). *Una geología de los medios*. Caja Negra.
- Sabulsky, G. (2019). Analíticas de aprendizaje para mejorar el aprendizaje y la comunicación a través de entornos virtuales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 80(1), 11-30. <https://doi.org/10.35362/rie8013426>
- Salguero, S., y Leliwa, S. (2025). Más allá de la informatización: una lectura desde la perspectiva de Héctor Schmucler para la educación tecnológica en los contextos actuales. *Revista TechNE*, 3, 23-47.
- Schmucler, H. (1983). La educación en la sociedad informatizada. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, 0(6), 12-21.

2.2. CUERPOS QUIETOS, MENTES EXHAUSTAS: EL COSTO PSÍQUICO DE VIVIR EN PANTALLAS

Prof. Myriam R. Duarte¹⁰

Resumen

Este artículo aborda algunas de las principales preocupaciones con las que convive el sistema educativo en su decurso cotidiano. Se intenta revisar la articulación social desde la perspectiva de los roles del mundo adulto, del sistema escuela, y especialmente de la Educación Tecnológica, en las condiciones de sufrimiento o salud mental con las que conviven y en las que crecen nuestros niños, niñas y adolescentes.

Indagamos en problemáticas, análisis y herramientas para abordar la inquietud que imprime el sufrimiento psicológico y el impacto físico que se genera en consecuencia, en la vida cotidiana. Por supuesto este sufrimiento, que tiene diversas y complejas fuentes, con factores determinantes varios, tiene como impacto visible la incidencia directa en las interacciones sociales, la capacidad de construir y sostener vínculos emocionales, y la elaboración de respuestas funcionales para encarar y resolver conflictos potenciales, propios de la vida misma.

Analizamos las producciones de distintos autores que se preocuparon por esta problemática desde la masivización de la televisión en las vidas familiares y educativas, pasando por análisis de especialistas en la salud mental como consecuencia del crecimiento y la interacción con el entorno, eso que Winnicott denominaba “Madre Ambiente”, revisando análisis de autores contemporáneos al respecto, y aportando una serie de reflexiones a modo de herramientas o iniciativas pedagógicas que esperamos aporten elementos a la planificación docente en Educación Tecnológica especialmente, ya que el centro del planteo es el vínculo humano con los artefactos, y la creatividad como síntoma.

Palabras Clave: tecnologías digitales- salud mental- ambiente- cuidados

¹⁰Profesora en Educación Tecnológica. Especialista en Políticas de Cuidados
myrirduarte@gmail.com- alicetoblue@protonmail.com

Dónde estamos parados...

La situación generalizada de precariedad en la salud mental de la sociedad contemporánea se hace evidente aún para quienes no están inmersos en el ámbito sanitario o de políticas públicas al respecto. Las incidencias de la sobreinformación, y de la saturación en la circulación de contenidos, es notable, preocupante, y es por lo tanto inevitable su impacto en la crianza, la educación, el ánimo, y la propia salud mental de los niños, niñas y adolescentes, y en consecuencia de sus entornos. Y es inevitable fundamentalmente porque al mundo adulto le resultan muy limitadas sus propias herramientas de crianza para abordar estas problemáticas en su vida personal, mucho más para orientar y acompañar las crianzas de las nuevas generaciones.

Encontramos en este sentido un punto de inflexión en la historia de nuestra especie, ya que la evolución vertiginosa de los medios digitales en los entornos personales y familiares, y de la producción y consumo masivo de contenidos, encuentra a una generación adulta que no conoce el proceso de crianza en ese contexto, y que intenta transmitir a las nuevas generaciones sistemas de crianza propios de un contexto que ya no existe.

Hay claramente una ruptura generacional que evidencia ya no diferencias o discontinuidades, sino distancias absolutas que condicionan los parámetros de convivencia entre adultos y niñeces.

Uno de los principales elementos disruptores, son los dispositivos digitales, con el acceso permanente a pantallas y a través de ellas a redes sociales. A la irrealización de la propia vida a cambio de vivir las realidades de otros y otras, incluso aunque esas realidades a su vez sean ficticias, como ocurre con los influencers no-humanos donde esto es evidente.

Esta relación con dispositivos genera dos síntomas principales: la fragmentación de los vínculos presenciales para sustituirlos por vínculos virtuales; y las ansiedades y conflictos que genera en simultáneo la falta de accesibilidad a estos dispositivos y sistemas de comunicación cuando hay limitaciones en ese sentido.

La adolescencia se ha caracterizado siempre por la conformación de grupos, por la valoración prioritaria de lo colectivo, del sentido de pertenencia. Y, paradójicamente, tanto contar con dispositivos y accesibilidad como no contar con ellos, impacta de manera trascendente en la sociabilidad, en la vincularidad, y en consecuencia, en la salud mental.

Otra fuente de sufrimiento muy presente en el contexto actual, es la creciente inestabilidad social y económica, que afecta profundamente el clima social tanto en los hogares como en otros ámbitos de socialización de los niños, niñas y adolescentes, fundamentalmente las escuelas.

Esta afectación a su vez potencia la emergencia de otra de las fuentes de sufrimiento, como la carencia o debilitamiento de vínculos emocionales, tanto por la proliferación de hogares monoparentales, como por la creciente demanda de tiempo orientada a la generación de recursos económicos que garanticen la subsistencia del hogar, limitando los tiempos de convivencia y profundizando las sensaciones de soledad, suplidas entonces con vínculos virtuales.

Todo ello abona un clima de carga de estrés y tensiones, al que se suma la escasa atención a la consolidación de vínculos personales y sociales de distinta índole, que no es propia exclusivamente de las infancias, pero que ellas reciben con un impacto profundo.

Es decir que a este contexto técnico, ya de por sí preocupante, debemos sumar el hecho de que el entorno provee diversas fuentes de sufrimiento psíquico, en la mayoría de los casos no percibidas como tales, hasta que comienzan a manifestarse en forma de crisis: angustia, depresión, autolesiones, violencias.

La cada vez menor disponibilidad de alternativas sociocomunitarias (clubes y otros ámbitos de intercambio y convivencia social) no mercantilizadas, a su vez limita que el crecimiento y desarrollo de nuestras infancias y juventudes, cuente con ámbitos de contención y seguridad socio emocional que acompañen su crecimiento y la consolidación de una subjetividad que incluya vincularidades, o al menos la construcción de una subjetividad con autoestima segura, capacidad empática y resiliente.

La concomitancia de todas estas fuentes de sufrimiento psíquico, tiene un enorme impacto, cada vez más evidente, en la salud mental comunitaria y sobre todo de nuestros niños, niña y adolescentes, dándose como emergentes, síntomas de angustia, depresión, ansiedad, aislamiento social, pánico y otras conductas lesivas que en muchos casos preceden a las autolesiones físicas (la dependencia emocional de dispositivos técnicos, en este caso las pantallas, genera síntomas adictivos) y la ideación suicida, o la

agresividad hacia otros. En expresiones del Lic. Rodríguez¹¹, violencia hacia sí mismos o hacia otros.

Salud Mental

Para poder analizar seriamente este problema, debemos comenzar por definir qué entendemos por salud mental.

En nuestra perspectiva, entendemos la Salud Mental como el resultado de una serie de factores que conviven en la evolución de las personas, y que en cada etapa de la vida tiene sus características propias. Si bien implica el desarrollo de la vida psíquica del ser humano, también conlleva la relación con el entorno, la capacidad de interactuar desarrollando vínculos y comunicación con otros seres humanos y el entorno físico, y su equilibrio determina la posibilidad de una vida sana en todas las edades, con fuerte incidencia además en la salud física.

Entendemos a su vez que la salud o padecimiento mentales, se reflejan de manera clara y progresiva según el caso, en la salud física, el debilitamiento de las condiciones inmunológicas, tanto por el abandono o descuido de conductas de autocuidado (por ejemplo la correcta alimentación e hidratación) como por la enorme cantidad de condicionantes endocrinológicos que implican los largos períodos de inactividad física y sobreestimulación cerebral.

Ponemos en relevancia que cuando usamos el concepto “salud mental” nos referimos al cuidado del equilibrio que garantiza esa salud, no como forma de solapar el concepto de padecimiento mental, ya que aunque esté presente potencialmente, se trata de acompañar al cuidado y no de aportar a la patologización.

Dado este diagnóstico de situación, nos remitimos al pensamiento de distintos referentes que aportan reflexiones necesarias para profundizar en el análisis de estas problemáticas desde una perspectiva filotécnica y pedagógica..

En este sentido, el filósofo de la técnica Yuk Hui en Recursividad y Contingencia, reflexiona con respecto a estos vínculos complejos y fundantes de la psiquis y la socialización, expresando que

"Un medioambiente puede ser normal por referencia a la especie de ser viviente que lo utiliza para su ventaja. Sólo es normal porque se refiere a una norma morfológica y

¹¹ Lic. Jorge Rodríguez, psicólogo clínico, supervisor psicoanalista y docente.

funcional. [...] Las normas cambian cuando ocurre un evento que excede la capacidad normalizadora de las normas. La enfermedad, considerada como un evento contingente de este tipo, conduce a la instauración de una nueva norma, que es también una nueva relación entre el organismo y su medio. [...] La enfermedad, tanto la fisiológica como la psicológica, surge a partir de una incapacidad para adaptarse y adoptar el medio existente. El comienzo de una nueva fase de adaptación mediante ayudas técnicas es en cuanto proceso recursivo, una condición necesaria del conocimiento de la vida.(2019, p. 262)

En efecto, los humanos no solo modifican su medioambiente, sino que también construyen medioambientes completamente nuevos -por ejemplo, el surgimiento de las fábricas durante la revolución industrial-. El sometimiento del cuerpo orgánico a máquinas mecánicas produce un malestar que tiene su origen en la adaptación forzada al ritmo y al funcionamiento de las máquinas..." (2022, p. 263)

En un sentido similar, el arquitecto Daniel Vedoia, en *La tecnología nuestra de cada día*, afirma que

"...ya no se puede igualar a la tecnología con cierto equipamiento de computación o con procesos de producción específicos. La tecnología también es la gente, las organizaciones sociales y las formas de gestión; como tal, se la debe definir como proceso social que da forma a la sociedad en la misma medida en que la sociedad forma parte de ella." (2001, p. 18)

El lugar de la escuela en este contexto

Estos planteos nos abren un abanico de preguntas con respecto a diversos tópicos. Una que nos ocupa especialmente se refiere al rol de las escuelas en este nuevo paradigma social, en que nos encontramos carentes de herramientas para abordar nuevos problemas, con dificultad para aportar respuestas, rompiendo el rol histórico del adulto como orientador, en la tarea de preparar para las contingencias del mundo a las nuevas generaciones.

Gran parte del mundo adulto se encuentra inerte frente a este nuevo contexto, viviendo con sus propias inseguridades y ansiedades, las cada vez más vertiginosas modificaciones del entorno, que nos impiden siquiera comprenderlas.

En este aspecto, Nicholas Burbules, en *Riesgos y promesas de las TIC en la educación*, reflexiona:

“Los desafíos que las escuelas enfrentan hoy son tan complejos y desalentadores que es lógico que surjan grandes esperanzas ante máquinas y redes que prometen aportar enormes cantidades de información y de oportunidades de aprendizaje a las personas, tanto jóvenes como adultos, de un modo inimaginable una generación atrás.”

“Pero [...] el éxito tiene dos caras. Porque ni bien proveemos de acceso a los jóvenes, descubrimos que lo usan para toda clase de cosas que no queríamos que hicieran. Ellos utilizan la tecnología, una vez más, de una manera que no es la que se pretendía, sino que las adecúan a sus propósitos. Y así es como, irónicamente, tan pronto les damos acceso, empezamos a imaginar formas de limitar ese acceso a través de filtros o alguna otra estrategia de prohibición.”

“...lo único que se consigue es que el proceso se vuelva clandestino o que se desafíe a los jóvenes –a quienes les gusta ser desafiados- a encontrar alguna manera de traspasar los límites. Ésta es otra capacidad de esta tecnología: la de piratear y desmontar cualquier artimaña tecnológica. Una vez que se encontró el truco, esta misma tecnología permite, además, compartir el nuevo descubrimiento. Porque aquí no se trata de una persona que intenta sortear nuestras prohibiciones, sino de muchos, muchos jóvenes que usan todos los recursos de su inteligencia colectiva, que en este terreno es considerable. En general, saben más de lo que sabemos nosotros.”

“Necesitamos tener una visión realista de las tecnologías en educación. Necesitamos estar abiertos todo el tiempo a la posibilidad de que sus efectos no van a ser lo que esperábamos, porque ésa es la lección que nos dan todos los cambios tecnológicos.

Tenemos que ser conscientes de que los cambios más importantes causados por las tecnologías no son por las tecnologías mismas, sino por un cambio de ideas y prácticas sociales que las acompañan.” (2002, pp. 106- 107)

La escuela desde su creación es un dispositivo que tiene dos funciones fundamentales:

- promover la socialización por medio de la internalización de los valores sociales vigentes, para favorecer la convivencia en el marco de ciertos acuerdos mínimos, siempre epocales;
- constituirse en la herramienta primordial de reproducción de la cultura, proceso que solamente puede consolidarse garantizando el punto anterior.

En este contexto, el edificio de los conocimientos desarrollados por la mente humana colectiva, y el rol de institucionalización de los saberes producidos por la creatividad y la

curiosidad de la humanidad como especie, es por un lado motor y por otro lado excusa para la concreción de aquellos objetivos.

En un momento de la historia en que al mundo adulto le resulta tan complejo acompañar a los nuevos cachorros humanos, el dispositivo técnico denominado escuela, ve profundizada la crisis con que convive desde hace décadas, y recibe constantes ataques que deslegitiman su rol. Esto se sostiene fundamentalmente porque la vertiginosidad de los cambios culturales que estamos experimentando, no pueden ser abordados con los mecanismos burocráticos, normativos, y los esquemas de capacitación docente que se encuentra en vigencia, cuyos cimientos se establecieron hace más de un siglo.

Frente a este complejo, y a veces desalentador panorama, Viviana Minzi¹² nos aporta algunas miradas tranquilizadoras, cuando manifiesta que:

“...es importante reconocer que si bien la escuela ya no puede considerarse como la única usina del saber, continúa siendo actor principal en las cuestiones relativas a la construcción sistemática de conocimientos, la configuración de contraoferta frente a las lógicas comerciales o de empresa que dinamizan la cultura y la formación multicultural y democrática.”

“...se trata de construir puentes ante la fragmentación, no para reconstruir gustos o preferencias, sino para ponerlas en diálogo. Desde esta perspectiva, la democratización en el acceso material y simbólico de las TIC aporta a la cohesión social.”(p. 54)

El desafío, entonces, es construir esos canales de diálogo que nos permitan aportar a la cohesión social, lo que requiere volver a pensar nuestras concepciones acerca de la tecnología, siempre que antes replanteemos nuestras concepciones acerca de las sociedades y de cómo los vínculos las definen y estructuran. Y en consecuencia, nuestras concepciones sobre la educación y el rol actual de la escuela. Sin la pretensión de encontrar respuestas definitivas, sino de abrir interrogantes que nos permitan pensar la realidad con menos inseguridades.

El lugar de los vínculos

Aquí nos encontramos con la urgente necesidad de priorizar la conformación de vínculos concretos además de los virtuales, fomentando una revinculación desde la palabra y a partir de ella, también la cercanía física, resituando la importancia de la actividad física y

¹² TIC en la escuela como parte de políticas de inclusión educativa, social, cultural y política de niños y jóvenes.

la intervención de la actividad corporal en todos los contextos cotidianos en que se desenvuelven los niños, niñas y adolescentes, incluida la escuela.

Encontramos así una brecha que nos permite intervenir en la instauración de los dispositivos como mediadores prioritarios de las relaciones sociales, principalmente cuando ello conlleva la supresión de todas las demás categorías.

Para replantear estas posibilidades, tomamos como punto de partida el análisis que realizaba Roger Silverstone, en TV y vida cotidiana, tomando como marco referencial las conceptualizaciones de Giddens y Winnicott, en relación a lo que denominan seguridad ontológica y objeto transicional respectivamente.

Anthony Giddens desarrolla el concepto de Seguridad Ontológica para referirse a ese factor constitutivo de la construcción de subjetividad en la primera infancia, cuando el niño comienza a comprender que es un otro distinto del cuerpo de su madre, empieza a desarrollar “*conciencia de sí*”. Esto genera sensación de desamparo, y requiere resolverlo a partir de elementos que ayuden a sentir seguridad. Prioritariamente se trata de la voz o el olor de la madre.

Winnicott por su parte, introduce la noción de *Objeto Transicional*, que de alguna manera se constituye en la forma concreta de fortalecer esa seguridad ontológica. Históricamente ese objeto ha sido la mantita o la almohada con el olor de la madre.

Una crisis en este sentido la incorpora el reemplazo de la pantalla como objeto transicional, abonando a la construcción de una subjetividad en la que ya no existe el registro del otro, se desplaza el aspecto emocional, por lo tanto vincular, como constitutivo de esa subjetividad.

Silverstone parte en su análisis de la necesidad del ser humano de evitar el caos, que podemos compatibilizar claramente con la idea de Seguridad Ontológica, y hacía este planteo, en ese momento en relación al rol de la televisión, hoy claramente reemplazable por el concepto “pantallas” como genérico:

“... la vida cotidiana no se sostiene sin un orden -un orden que se manifiesta en nuestros diversos ritos, tradiciones, rutinas y actividades que se dan por sentadas- en el que, paradójicamente, invertimos muchísima energía, muchísimo esfuerzo y recursos cognitivos y emocionales. Con el ordenamiento de nuestra vida diaria evitamos el pánico, construimos y mantenemos nuestra identidad, gobernamos nuestras relaciones sociales en el tiempo y en el espacio, compartimos sentidos, cumplimos con nuestras responsabilidades,

experimentamos placer y dolor, con un grado mayor o menor de satisfacción y control, pero sobre todo eludimos el vago y paralizante horror de la amenaza del caos.”

“Mirar televisión, hablar y leer sobre televisión se ajustan a horarios: son el resultado de una atención enfocada o desenfocada, consciente o inconsciente. La televisión nos acompaña cuando nos levantamos, tomamos el desayuno, bebemos un té o vamos a un bar. Nos reconforta cuando estamos solos. Nos ayuda a dormir. Nos brinda placer, nos aburre y a veces nos cuestiona. Nos da la oportunidad de ser sociables y también solitarios.” (1996, p. 20)

Lo que al inicio de las investigaciones de Silverstone se refería exclusivamente a la televisión, es aplicable a toda la comunicación multimedial centrada en imágenes.

Anthony Giddens, con el concepto de “seguridad ontológica”, hace referencia a la necesidad del ser humano de contar con elementos que ordenen su entorno, y le den estabilidad; consoliden su relación con el mundo exterior, y atenúen esa percepción caótica del entorno.

Profundiza la noción dándole una carga de especificidad importante, al definir dentro de los elementos que estructuran esa seguridad ontológica, la relación material con los objetos que nos rodean. Sostiene que a medida que crecemos y debemos distanciarnos del pecho materno, vamos reemplazándolo por distintos objetos que nos establecen una relación de continuidad, y a la vez de ruptura; ya que es esa relación objetual la que nos aporta la “seguridad ontológica” suficiente para comenzar a construir nuestra propia relación con el mundo externo, diferenciándonos de manera progresiva de nuestras relaciones parentales. Es decir, el “objeto transicional” propuesto por Donald Winnicott cumpliría esa función, ya que sería el elemento que nos une a nuestra familia o entorno, al grupo, a la vez que nos permite construirnos como individuos. Como ejemplos clásicos sugiere la almohada, o la ropa con el olor de alguno de los padres, un osito de peluche, un muñeco, y en muchos casos el chupete.

Lo que sugiere Silverstone es que cada vez con mayor frecuencia, debido a la escasez de tiempo que comparten padres e hijos en un mismo espacio físico, la relación humana más cercana que tiene el niño es su niñera, y el elemento transicional por excelencia, es el televisor, hoy, las pantallas. De hecho el niño llega a construir una suerte de relación con el objeto, que de esta suerte, pasa a constituir parte esencial de la psiquis de los sujetos.

A partir de este análisis, se llama a reconocer lo trascendente de la instauración de espacios escolares para aprender a acompañar a los chicos en su relación con ese objeto transicional, para poder desplazarlo, y sustituirlo por relaciones humanas reales, por valores sociales válidos para la convivencia social.

Es indispensable en este punto, ampliar la perspectiva de relacionamiento con los medios de comunicación, y asumir que así como se afirma habitualmente que ellos influyen en la formación de la personalidad, en la adopción de doctrinas y la formación de estructuras de pensamiento, los medios a su vez son influenciados por las franjas de población a las que están dirigidos, las modificaciones en las preferencias e intereses del público, etc. y sobre todo, es insoslayable la obligación de la escuela, de acompañar a los jóvenes en el salto cualitativo gigantesco que implican las posibilidades abiertas a partir de la web 2.0 en adelante, para pasar a convertirnos en productores y ya no solamente consumidores pasivos de los contenidos circulantes.

Adoptar esta perspectiva como definición, requiere asumir la responsabilidad del rol central de la escuela como agencia transmisora de cultura ya que como nos interpela Joan Ferrés (citado en Nigro, 2008, p. 31)

“[la escuela]...para qué mundo educa? La escuela tiene la obligación de ayudar a las nuevas generaciones de alumnos a interpretar el mundo de la cultura. ¿Qué símbolos ayuda a interpretar hoy la escuela? ¿los de la cultura? ¿los de qué cultura? Si educar exige preparar a los ciudadanos para integrarse de una manera reflexiva y crítica en la sociedad, ¿cómo se integrarán unos ciudadanos que no están preparados para realizar aquella actividad a la que más horas dedican? ...

Algunas Herramientas para pensar

Nos proponemos en esta invitación, desandar críticamente estos planteos y conceptos, aportando herramientas metodológicas concretas para comprender las problemáticas con que nos encontramos en el aula, para poder incluirlas en nuestra forma de representarnos la noción y el lugar de la escuela como dispositivo técnico y como herramienta de reproducción de cultura.

En este sentido, la producción bibliográfica y la experiencia clínica y pedagógica del Lic. Jorge Rodríguez, nos aporta herramientas concretas para comprender y abordar las problemáticas asociadas al desarrollo conjunto de nuevas estrategias de socialización,

proceso del que somos parte histórica y no meros descriptores. Somos actores directos y privilegiados, con todos los desafíos que ello implica.

En *Metapsicología del desamparo y la dependencia*, se enuncian algunos aspectos de los procesos de evolución individual centrales para el desarrollo psíquico en términos de la interacción humana con el entorno, tanto natural como artificial, la manera en que estos procesos tienen lugar a partir del juego y los juguetes, y las interrupciones a este proceso que implican los “*jueguitos*”¹³. Las rupturas de vínculos cuerpo/ mente; la sobreestimulación de algunos sentidos mientras se obturan otros, así como posibles estrategias de abordaje.

La actividad infantil elemental de asir un objeto para arrojarlo luego, y repetir esa actividad de manera insistente hasta que el niño se aburre y se distrae con otra cosa, implica la puesta en juego de uno de los mecanismos fundantes de la psiquis humana: la toma de decisiones sobre el mundo artificial. Cuando ese objeto está diseñado para captar sensorialmente la atención del niño, sobreestimulando el cerebro por medio de la exacerbación de la vista y el oído, pero limita todo otro sentido y no admite ni decisión ni creatividad, se anula ese rol psíquico profundo del objeto, objetivizando al niño que pierde su capacidad de agencia, o se paraliza al menos momentáneamente. Esto hace claramente comprensible el efecto adictivo y en consecuencia la reacción frente a la prohibición o el desplazamiento de la fuente de ese efecto.

En idéntico sentido, y profundizando el rol del juego, en *Jugar y Realidad. Experienciar, paradoja, lo ambiental* se aborda de manera destacada el vínculo del cuerpo con la artificialidad, tanto desde lo objetual como desde los dispositivos de juego (acuerdos, reglas, condicionantes como decisión colectiva), que tienen roles formativos enormemente superiores a los del mero entretenimiento. Los juegos, así sean de a pares, o colectivos, implican el aprendizaje y la internalización de reglas, la negociación y el vínculo con el/los otros.

En *Soñar con los dedos. Entre Freud y Winnicott* se aborda en profundidad la importancia de la experiencia somática, el contacto físico con el entorno.

En estas obras hay tres conceptos que sobrevuelan sus textos, con mayor o menor especificidad según el caso, que son la noción de desamparo, de dependencia y lo intermedio, nociones para analizar y reconstruir semánticamente, de manera colectiva.

¹³ Se refiere a la introducción de los videojuegos

Poner en un lugar central estas tres nociones, sin dudas redefine nuestro rol como adultos, ya no sólo como docentes, en el complejo y vertiginoso mundo que nos toca vivir, y en el que tenemos responsabilidades aunque nos falten herramientas para asumirlas.

Un desafío y una oportunidad para la Educación Tecnológica

En Soñar con los Dedos, Jorge Rodríguez nos acerca una clave fundamental para pensar desde la escuela, y especialmente desde la Educación Tecnológica.

"Uno no existe sin lo ambiental. El sentido de Uno es planteado desde lo sensorio motor. Es un estado del cuerpo en relajación, más cerca de los estados tranquilos opuestos a estados de excitación (...) Así va sosteniéndose una oposición teórica entre la continuidad de **estar siendo** y la continuidad pulsional. Continuidad que se expresa en actividades creativas, corporales y psíquicas. El sentido de uno se basa entonces, en un doble experienciar, sostenido por y/o con otros: el de la relajación sensorio- motriz del estado corporal individual y el del cuerpo experiencial propio de la creatividad primaria; en los comienzos, acciones simples y elementales.

El otro es necesario, de ahí lo de tópica abierta. En términos del individuo tenemos una tópica cerrada. Relajarse, a su vez, es condición del estado de estar permaneciendo. Creatividad implica que no se trata de vivir exclusivamente reaccionando, de estar respondiendo a los otros o someterse a lo que exigen; no se trata de actividades reactivas. Experienciar tiene como condición cierta la cualidad ambiental, que alguien, otro, permanezca disponible, y de ese modo se torne confiable y posibilite confiar en." (2019, p. 40)

Volvemos cíclicamente a aquella noción de "seguridad ontológica", a aquella interacción con artefactos, objetos (emergentes culturales), y percepción sensorial (sonidos, tactos, olores) que sostienen esa continuidad del individuo con el mundo, aquello que para Winnicott es *lo intermedio* que nos une con el entorno material que nos rodea.

Estas expresiones nos imponen la trascendencia del otro, de la interacción con el otro, como elemento sustancialmente constitutivo y sostén de una mente sana. Por lo tanto, tenemos aquí una pista concreta que resitúa el rol de la escuela, de sus funciones de socialización y replicación de cultura.

A veces la sensación es que se le endilgan a la escuela una serie de responsabilidades en relación a la transmisión de valores culturales de distintos procederes, que parece

desbordar las posibilidades materiales y cognitivas de gran parte del cuerpo docente. En este caso el planteo apela a algo mucho más elemental y por lo tanto valioso en este contexto tan desafiante y ansiógeno: una de las características distintivas de nuestra especie es la creatividad, que da lugar a distintas formas de expresiones culturales, desde la poesía a la física aplicada. Es la curiosidad característica de la especie la que da lugar a una enorme producción artística, técnica y científica y nos genera permanentes desafíos futuros, en cualquier momento de la historia.

Probablemente una cuestión a incorporar es el lugar de los proyectos pedagógicos en términos de una metapedagogía. Es decir, más allá del lugar que ocupa en el sistema escuela el aprendizaje en términos específicos o disciplinares, más allá de las obligaciones institucionales, burocráticas y curriculares, con la complejidad e importancia que todo ello conlleva, podemos afirmar que más que nunca la escuela es por excelencia el lugar donde pueden concitarse los proyectos pedagógicos indispensables para sostener la condición misma de humanidad, es decir, de la interacción con otros, y del acceso a sus producciones culturales. Y esto, por supuesto, vale acentuar, para los y las estudiantes, pero también para el mundo adulto que se encuentra con los mismos desafíos, aunque con herramientas diferenciadas y diferenciadoras, ya que el haber crecido con otro registro emocional y material, nos provee un 'adónde volver' que los niños, niñas y adolescentes de hoy no tienen. El mundo que conocen es el mundo que ya es.

Para profundizar estas nociones de continuidad y entorno en las que insiste Winnicott, Rodríguez puntualiza:

"Cuerpo implica motricidad y sensorialidad hacia adentro y afuera. Plantea ciertas consecuencias psíquicas: la afectividad, en un caso, y la transformación del mundo externo, en otro. No es poco. (...) Delicada e inabarcable articulación de lo sensorio- motor somático, a articular y diferenciar de lo sensorio corporal y el mundo externo. Materia prima de la representación, fantasía, deseo. Recordemos que la pulsión está en el límite entre lo somático y lo psíquico, que origina representantes psíquicos: representativos, afectivos y, agrego, de acciones."

"Tocar lleva a agarrar. Al tocar, no sólo crea al objeto, crea cuerpo, ¿qué cuerpo? El cuerpo que recibió comienza a empezar a ser un cuerpo experiencial, el cuerpo potencial que se va dando en cada experiencia." (2017, p. 78)

Para la Educación Tecnológica estos conceptos son nodales. Lo son para LA educación, pero especialmente para quienes pensamos, discutimos, nos preguntamos, reconsideramos y producimos ideas, procesos y productos en torno a todas las creaciones humanas, desde las menos percibidas como artefactos, hasta aquello que es evidencia concreta de creación material del ser humano. Podemos incluir sin dudas, con todos los desafíos que ello implica, lo que (no casualmente) Freud denominó APARATO PSÍQUICO.

"Movimientos: de la continuidad de la especie a la del individuo y a lo cultural y de lo cultural (ambiental) al individuo, ¿a la especie?. Esa triple continuidad y las determinaciones resultantes de su complejo interjuego constituyen diversas paradojas del infant." (2017, p. 83)

"El concepto de medio ambiente (facilitador), implica la continuidad ambiental, en sus aspectos humanos y no-humanos, lo que podemos llamar la herencia cultural.

Dice Winnicott: "las experiencias culturales son las que aseguran la continuidad de la raza humana". Piensa la continuidad no sólo en términos de individuo.

Estos espacios intermedios se van construyendo y así se tornan accesibles. Es en ellos donde se experiencia la continuidad, en los estados y zonas intermedias, los fenómenos transicionales, el jugar, la experiencia cultural, la soledad, el estar escondido, el secreto, la continuidad. Y es ese experimentar que va construyendo el estar siendo, el Uno y el vivir. Curiosamente la continuidad no está dentro del

cuerpo, aunque lo está, ni totalmente fuera de él, aunque lo esté." (2017, p. 87)

"Para Winnicott la dependencia es un hecho y aunque no excluye la fantasía, o el deseo o las representaciones, su realidad psíquica es otra. "Descubre" otra clase de realidad psíquica. (...) El hecho de la dependencia implica que uno (el infant, cualquiera de nosotros en cualquier momento) no existe sin otro (...); a veces, no existimos por el otro y, en ocasiones el otro necesita de uno para existir. (...)

Medio ambiente es el concepto que utiliza para designar la realidad de ese otro que, parafraseando a Freud, se constituye en un sistema protector contra todo aquello que puede atacar e impedir el ir siendo de esa subjetividad, y en sistema posibilitador. (...) Se trata de un sistema que no solo impide al proteger sino que posibilita al cuidar." (2017, p. 104)

Y es aquí donde el desafío es justamente el guante que la Educación Tecnológica no puede esquivar. Se trata nada más y nada menos que de la disciplina que ha desarrollado los métodos, los análisis y las síntesis que hacen posible el abordaje del lugar del ser humano sin tecnificarlo, y el lugar de la técnica sin naturalizarla.

Más que nunca la razón de ser de la disciplina es también la condición de posibilidad de reconstituir ese vínculo con la artificialidad - de la que el mundo digital constituye un capítulo - comenzando por el contacto y la interacción con los otros, y con el mundo material en todas sus dimensiones, desde la naturaleza a los artefactos técnicos más complejos.

La capacidad de analizar colectivamente, de discutir democráticamente, de repensar opciones, soluciones, alternativas e incluso justificaciones para los objetos, procesos técnicos y producciones culturales, y de hacerlo poniendo en juego la materialidad del entorno y la comprensión de los mecanismos que la explican, tanto para comprender como para generar alternativas, son formas de desarrollar nuevas estrategias de salud colectiva, pensando en comunitario la necesidad de nuevas normas, de nuevas estrategias para sortear el caos.

El aporte de Yuk Hui en este sentido enriquece esta instancia de desafío abierto ante la experiencia que promueve la Educación Tecnológica:

"Lo inorgánico bajo la modalidad de tecnología es también una forma de herencia, más sujeta a la mutación incluso que los genotipos y fenotipos. La tecnología es lo que nos es transmitido como cultura y constituye un medio de vida, pero no nos es legado como un ser eterno; antes bien, está constantemente mutando a una velocidad que se acelera. La tecnología se acopla inmediatamente con el medioambiente en la teoría de la evolución.

Lo que caracteriza [a la salud] es la capacidad de tolerar las variaciones de las normas a las cuales solo la estabilidad -aparentemente garantizada y de hecho siempre necesariamente precaria- de las situaciones y del medio confiere un valor engañoso de normalidad definitiva. El hombre no es verdaderamente sano más que cuando es capaz de muchas normas, cuando es más que normal. La medida de la salud es una cierta capacidad de superar las crisis orgánicas para instaurar un nuevo orden fisiológico, diferente del viejo. [...] la salud es el lujo de poder caer enfermo y levantarse. [...] Toda enfermedad supone un nuevo proceso de adaptación al medio, que deriva en una nueva norma individual." (2019, p. 260)

Lejos de la recomendación o de la receta, estas reflexiones son una invitación a tomar el desafío de expandir y profundizar la práctica y la reflexión acerca de la Educación Tecnológica, cuya epistemología se constituye en la lente a partir de la cuál procesar todo el conocimiento, la información, y los desafíos que implica esa salud, que sólo es tal porque hace posible salir de la situación de enfermedad, de caos, de crisis, de readaptación o rechazo a un nuevo contexto normal..

La desconexión mente/cuerpo que generan las dependencias con consecuencias adictivas, a dispositivos que no funcionan como objetos, que no estimulan la creatividad, que lejos de favorecer la toma de decisiones la limitan, que alienan el cuerpo mientras sobreexigen al cerebro, impiden o limitan la capacidad de procesar físicamente las emociones que la vida aún produce: miedo, ira, tristeza, alegría.... No se pueden procesar en un cuerpo que se desconecta del cerebro. Produce un dolor impensable. Es imposible que los impactos de este hecho, que lesiona condiciones humanas fundamentales en las que se expresan la creatividad y la curiosidad, no impacten en las demás dimensiones del sujeto tanto individual como colectivo.

Podríamos decir que este cuadro de situación de alguna manera proyecta en su mismo análisis, tópicos para abordar desde la planificación curricular, a la Educación Tecnológica como el espacio para recuperar cualitativa y cuantitativamente la trascendencia de la interacción con otros. No la mera convivencia en un espacio físico, con mesas y sillas que limitan la posibilidad de interacción alguna, impidiendo que incluso las miradas puedan interactuar entre sí. Sino por el contrario a partir del rediseño de mobiliario y disposición de los espacios para favorecer el vínculo. La charla, la risa, la expresión de asombro, las preguntas, las argumentaciones, que los niños, niñas y adolescentes pueden intercambiar, estimulados por la guía pedagógica apenas necesaria para orientar esa curiosidad y promover la creatividad.

El uso de literatura no técnica, especialmente la poesía y la ciencia ficción, como disparadora de discusiones y reinterpretaciones como punto de partida para luego abordar los ejes curriculares específicos. Visitas a museos y muestras, paseos por lugares icónicos de las localidades, entrevistas con adultos mayores acerca de artefactos y métodos de solución de distintos problemas, probablemente en total desuso, y desconocidos como artefactos, para analizar sus evoluciones... Estrategias posibles para recuperar la interacción con el entorno, estimular la curiosidad, y promover la creación, la

toma de decisiones y las propuestas disruptivas como parte del ejercicio cotidiano que redimensione, no sólo el rol institucional y social de la escuela, sino y sobre todo de los seres humanos como creadores y destructores de primer orden.

La Educación Tecnológica tiene allí un rol destacadísimo, dados los contenidos, corpus teóricos en que se sustentan, prácticas analíticas y metodológicas, cuya razón de ser es justamente ese vínculo del ser humano con la artificialidad.

Poder analizar objetos desde su diseño hasta su deposición de manera democrática y crítica, favorece la admiración y el respeto a la fabulosa capacidad creativa, al carácter acumulativo y a la vez innovador del edificio del saber técnico.

El estímulo y el desarrollo de la capacidad de observación e imaginación, comparando artefactos distintos, en muchos casos morfológicamente no coincidente utilizados con fines similares en distintos momentos o lugares, poder recrear los procesos de producción del artefacto, como el trabajo que desempeña para producir unos mismos fines a partir de procedimientos aparentemente inconexos.

Como dice Gilbert Simondon (Mérida, 2018), en una entrevista en tv francesa cuando se le consulta acerca de lo que se aprende estudiando la técnica, cuanto más se estudia y se comprende la técnica, la evolución y existencia de los artefactos, más se respeta el trabajo humano.

Pensar que ese desarrollo de artefactos proviene de un diseño que responde a los fines, los insumos de energía, materia e información que requiere su funcionamiento, que requiere una representación gráfica por medio de planos, esquemas, croquis, que anticipen tanto el resultado como su funcionamiento.

El análisis de insumos- procesos- productos, en los distintos niveles que ese proceso implica, es decir la comprensión intelectual de la producción de objetos (materiales e inmateriales), la identificación de elementos específicos que los identifican con otros de similares características o funciones, son instancias que promueven la recuperación de esa relación humano/medio, ser/ entorno, o individuo/ madre ambiente (en términos de Winnicott).

Y aquí es por demás importante destacar que la comprensión sobre el hacer que implica toda la formulación anterior, debería complementarse siempre con experiencias - de hacer. Es decir el dibujo, el esquema, el prototipo. La observación, el análisis, la incorporación de nueva información aportada por el ambiente, y por la interacción con él.

Recuperar, o en el caso de los niños pequeños, incorporar estas nociones y desarrollar estas capacidades, deberían ser anteriores a la incorporación de la digitalidad en sus vidas. Comprender la inmaterialidad de otros objetos técnicos como el software, sólo puede realizarse habiendo abordado la materialidad en ese proceso de aprendizaje. De tal suerte que el mundo digital y el funcionamiento de los algoritmos deje de vivirse como una cosa dada, casi del mundo de lo mágico, y la curiosidad y creatividad humanas nos lleven a apropiarnos también de esos procesos de producción técnica, de tal manera que sean objetivizadas como herramientas, recuperando la subjetividad humana que nos posibilita la pregunta, la búsqueda, la creatividad, la alegría de resolver, de mejorar, o de transformar procesos técnicos, artefactos y resultados.

Hablamos aquí entonces de la Educación Tecnológica como herramienta prioritaria para apoyar la salud mental de nuestras comunidades, condición indispensable para recuperar nuestra animalidad humana, aquella que nos hace creativos, creadores, reflexivos, constructores, y capaces de construir prácticas y conocimientos acumulables por la comunidad.

Fuentes de consulta

Aparici, R. (1995). *Educación audiovisual*. Novedades Educativas.

Aprendamos Juntos 2030. (2020, 20 de mayo). *Las claves educativas en el mundo de la inteligencia artificial* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/18QBF0LifbY>

Burbules, N. (2002). Riesgos y promesas de las TIC en la educación: ¿Qué hemos aprendido en estos últimos diez años? En *Ponencias del Seminario Internacional Cómo las TIC transforman las escuelas*. IPE-UNESCO.

Davis, E. (2023). *Tecgnosis: Mito, magia y misticismo en la era de la información* (Obra original publicada en 2015). Caja Negra Editora.

De la Morena, R. (2021). *Cómo el aislamiento social cambia tu cerebro* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/ucsoayBikIE>

Dussel, I. y Southwell, M. (2007, julio-agosto). La escuela y las nuevas alfabetizaciones. *El Monitor de la Educación*, 5(13).

Educación & televisión: ¿amigos o enemigos? (1997, febrero). *Zona Educativa*, 2(10).

Hari, J. (2023). *El valor de la atención*. Planeta.

- Hui, Y. (2019). *Recursividad y contingencia*. Caja Negra.
- Jefillysh. (2023). *Cocomelon es peor de lo que piensas: Daño neurológico* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/GZuJokHQYU>
- Jenkins, H. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century*. The MIT Press.
- La escuela y los medios. (2010, marzo). *El Monitor de la Educación*, (24).
- Mérida, G. (2018). *Gilbert Simondon: Entrevista sobre la tecnología* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=xisJX9_hz5U
- Minzi, V. (2009). TIC en la escuela como parte de políticas de inclusión educativa, social, cultural y política de niños y jóvenes. *Revista Novedades Educativas*, 21(219).
- Nigro, P. (2008). *La educación en medios de comunicación*. Magisterio del Río de la Plata; Grupo Editorial Lumen.
- Rodríguez, J. (2019). *Soñar con los dedos* (3.^a ed.). Letra Viva.
- Rodríguez, J. (2022). *Metapsicología del desamparo y la dependencia*. Winnicotalsur.
- Rodríguez, J. (2023). *Jugar y realidad: Experienciar, paradoja, lo ambiental*. Winnicotalsur.
- Silverstone, R. (1996). *Televisión y vida cotidiana*. Amorrortu Editores.
- Silverstone, R. (2004). *¿Por qué estudiar los medios?* Amorrortu Editores.
- Universidad Pedagógica Nacional. (2021). *La educación que emociona* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/nGelXaLivVM>
- Vedoya, D. (2001). *La tecnología nuestra de cada día*. Instituto de Tecnología e Investigación para la Vivienda y el Hábitat Humano (ITDAH), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).
- Web 2.0: el ágora en disputa. (2010, abril). *Nuestra Cultura*, 2(3).

2.3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESDE LA MARAÑA ALGORÍTMICA

Desafíos para la educación tecnológica crítica

Andrea Torrano¹⁴ y Natalia Fischetti¹⁵

Resumen

La inteligencia artificial (IA) reproduce, refuerza y amplifica estereotipos, desigualdades y discriminaciones basadas en el género. Si bien estas problemáticas suelen abordarse bajo la noción de "sesgos", entendidos como errores técnicos susceptibles de ser corregidos mediante mejores datos o algoritmos, este enfoque tiende a despolitizar el problema y a invisibilizar las estructuras de poder que configuran los sistemas de IA. En este artículo proponemos desplazar la discusión desde la categoría de sesgo hacia la de opresión, con el propósito de comprender la IA como un producto sociotécnico atravesado por relaciones patriarcales, coloniales y capitalistas que producen y reproducen desigualdades.

Desde una perspectiva feminista, sostenemos que los sistemas de IA no son neutrales ni universales, sino que materializan formas históricas de dominación bajo una apariencia de objetividad y eficiencia. La noción de opresión permite evidenciar que los impactos de la automatización operan de manera interseccional sobre el género, la raza, la clase y otras dimensiones de la desigualdad, reforzando prácticas de control, vigilancia y exclusión. En este marco, la educación tecnológica crítica constituye un ámbito privilegiado para problematizar los discursos de neutralidad tecnológica y promover una formación capaz de comprender las implicancias políticas y epistemológicas de la IA. Sostenemos que este desplazamiento conceptual abre nuevos desafíos para una IA, orientada a transformar las estructuras de poder que las producen y sostienen, contribuyendo así a una educación tecnológica comprometida con el desarrollo de tecnologías más justas y situadas.

¹⁴ Andrea Torrano es Doctora en Filosofía por la Universidad Nacional de Córdoba. Lic en Filosofía y Lic en Comunicación Social (UNC). Investigadora del Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CONICET) y profesora en la Licenciatura en Sociología, en Ciencia Política y Trabajo Social de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNC, en posgrado de la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas y en el Doctorado en Estudios de Género.

¹⁵ Natalia Fischetti es Doctora en Filosofía por la Universidad Nacional de Córdoba. Magister en Metodología de la investigación científica (UNLanús) y Profesora de Filosofía (UNCuyo). Investigadora adjunta en el INCIHUSACCT-CONICET, Mendoza en epistemología y filosofía de la técnica con perspectiva feminista y latinoamericana. Es docente de posgrado en el PROBIOL (UNCuyo) y en la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas (CEA-FCS, UNC).

Palabras clave: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, FEMINISMOS, SESGOS, OPRESIONES, JUSTICIA DE DATOS

Introducción

La inteligencia artificial reproduce y amplifica estereotipos, desigualdades y formas de discriminación. Aunque estos sistemas suelen presentarse como objetivos y neutrales, están atravesados por relaciones de poder presentes tanto en las condiciones materiales que los hacen posibles como en el funcionamiento de los propios sistemas. La opacidad con la que se nos presenta la IA tiende a invisibilizar estas relaciones de poder y a hacer que las desigualdades históricas que encierran los sistemas de IA aparezcan como cuestiones técnicas, favoreciendo así su reproducción y naturalización cuando no son detectadas, o como meras fallas técnicas cuando son advertidas.

Organismos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2026), han mostrado cómo los sistemas de inteligencia artificial no sólo reproducen estereotipos de género, sino que también pueden ampliar los riesgos de violencia digital y afectar los empleos de las mujeres. Un análisis de 133 sistemas de IA detectó sesgos de género en el 44% de los casos, mientras que en el 26% se observaron prejuicios combinaban género y raza. Estos sesgos también se identificaron en los grandes modelos de lenguaje, cuyo uso se extiende a la producción de textos, imágenes y campañas publicitarias, donde se tiende a relacionar a las mujeres con el ámbito doméstico, la familia y los cuidados, mientras que a los hombres se los vincula con los negocios, los cargos directivos, el salario y la carrera profesional. Además, cerca de una de cada cinco respuestas generadas por estos modelos al completar frases que comenzaban con el género de una persona reprodujo contenidos sexistas o misóginos, entre ellos representaciones de las mujeres como objetos sexuales o como propiedad de sus esposos. Estos resultados permiten advertir que los sesgos de género no constituyen anomalías aisladas de los sistemas algorítmicos, sino que pueden inscribirse en sus modos de clasificación, asociación y generación de contenidos, contribuyendo a reproducir y reforzar relaciones de desigualdad existentes.

También organizaciones civiles y activistas han denunciado los sesgos de género que presenta la IA, destacando la importancia de incorporar consideraciones éticas para mitigarlos y evitar reforzarlos. En nuestro país se puede destacar la organización feminista Data Género que realiza charlas y capacitaciones sobre los sesgos de datos que se ponen en juego en los desarrollos de IA y qué decisiones éticas y políticas deben considerarse para integrar una verdadera perspectiva de género en la tecnología. Asimismo, la organización civil Vía Libre ha producido diversos materiales sobre IA y sesgos sociales, que buscan visibilizar los tipos de sesgos en las tecnologías de lenguaje humano y generar herramientas que buscan detectar y mitigar estos sesgos para así evitar comportamientos discriminatorios de los procesos automatizados.

En el portal educativo educ.ar, se encuentra disponible material sobre IA y educación, entre los diversos temas y materiales, se encuentra un artículo de Carina Magureri (2026) en el cual, dentro de las “fallas de la inteligencia artificial”, se caracterizan los sesgos como una balanza que se inclina hacia uno de sus lados. Esta metáfora pone de relieve, en primer lugar el carácter binario que subyace a la noción de sesgo y, en segundo lugar, la existencia de una inclinación o preferencia por uno de los lados sin una justificación válida, que favorece o uno de los lados perjudicando al otro. De esta manera, los sesgos pueden traducirse en tratos desiguales o injustos sobre ciertas personas o grupos sociales —por género, edad, religión, raza, clase, orientación sexual, nacionalidad, etc.—, replicando y amplificando prejuicios y desigualdades preexistentes en las operaciones automatizadas.

En los sistemas de IA los sesgos pueden provenir de distintas fuentes, generalmente se mencionan los sesgos históricos, los sesgos de datos y los sesgos algorítmicos que si bien están relacionados, remiten a distintos momentos del funcionamiento de la IA.

Los *sesgos históricos*, como señala el grupo GIFT (2021, pp. 20-21), existen previamente a la intervención tecnológica, y los sesgos de datos y sesgos algorítmicos, que aparecen en los momentos ulteriores al diseño de los sistemas de IA. Los sesgos históricos están presentes tanto en el planteo del problema a resolver y en la determinación de los objetivos de diseño. El problema en este caso es la falta de reconocimiento de la existencia de estos sesgos iniciales, lo que se ve acrecentado cuando se concibe que las tecnologías son neutrales, ya que implica la naturalización de este sesgo. No obstante,

advierten que todos los sistemas de aprendizaje automatizado, en la medida que necesitan para su funcionamiento datos de entrenamiento, contienen “sesgos históricos”, esto es, categorías y comportamientos que se han producido en el pasado.

Los *sesgos de datos* son distorsiones sistemáticas presentes en los conjuntos de datos utilizados para entrenar, validar o evaluar un sistema de inteligencia artificial. Estas distorsiones pueden surgir porque ciertos grupos sociales están sobrerrepresentados o subrepresentados, porque los datos reflejan desigualdades históricas, o porque fueron recolectados, etiquetados o seleccionados de manera parcial. Como consecuencia, el sistema aprende patrones que reproducen o amplifican esas desigualdades preexistentes. Es decir, estos sesgos tienen su origen en los conjuntos de datos empleados para entrenar, validar y evaluar un sistema de inteligencia artificial. Las distorsiones, omisiones o desigualdades presentes en esos datos pueden ser aprendidas y posteriormente reproducidas por el modelo.

Los *sesgos algorítmicos* son las discriminaciones o desigualdades que se producen debido al diseño, la lógica de funcionamiento o las decisiones de optimización incorporadas en un algoritmo. Incluso cuando los datos fueran relativamente equilibrados, el algoritmo puede generar resultados sesgados por la forma en que clasifica, pondera variables, establece umbrales de decisión o prioriza determinados objetivos (como maximizar la precisión o la rentabilidad). Estos sesgos se originan en el propio diseño y funcionamiento del algoritmo.

En síntesis, el término “sesgo” suele presentarse como un problema técnico, corregible con más y mejores datos o con mejor programación. Esto puede despolitizar el problema y ocultar que en realidad estamos ante formas estructurales de injusticia, de discriminación y desigualdad. Desde los estudios feministas de la tecnología (Fischetti y Torrano, 2024), se advierte que los sesgos expresan relaciones de poder-saber que involucran: las decisiones sobre qué datos recopilar, qué categorías utilizar, qué variables considerar relevantes y qué objetivos optimizar están atravesadas por valores, intereses y jerarquías sociales. Por lo que, hablar de opresión de género más que de sesgos permite visibilizar las estructuras capitalistas, patriarcales y coloniales que se ocultan en los sistemas de IA que tienen pretensión de neutralidad y universalidad.

En este artículo proponemos indagar sobre los estereotipos, desigualdades o discriminaciones producidas por los sistemas de IA desde una perspectiva crítica y feminista. Para lo cual recuperaremos discusiones de la epistemología feminista. Este enfoque permite cuestionar la pretendida neutralidad de la tecnología como así también mostrar cómo está atravesada por diversas relaciones de poder. Nos interesa desplazar la mirada desde la noción de sesgo a la de opresión, ya que esta última permite comprender las condiciones históricas, estructurales y materiales que producen y sostienen las desigualdades. Asimismo, pone en evidencia que la IA no afecta a todas las personas por igual, ya que las formas de dominación operan de manera interseccional, articulando género, raza, clase, orientación sexual, etc. Hablar de opresión posibilita visibilizar cómo los procesos de automatización pueden reforzar prácticas de control, vigilancia y exclusión, especialmente hacia los grupos históricamente expoliados y marginados en el sur global. A su vez, la epistemología feminista posibilita identificar las estructuras de poder que organizan la producción de conocimientos y tecnologías, mostrando que las desigualdades algorítmicas no constituyen meras fallas técnicas ni problemas de representación, sino expresiones contemporáneas de sistemas históricos de dominación.

En la primera parte del artículo desarrollaremos algunas de las discusiones planteadas por los feminismos que cuestionan la supuesta neutralidad de los sistemas de IA para mostrar la maraña algorítmica que los hacen posibles. En la segunda parte, recuperaremos los aportes de la epistemología feminista para proponer un desplazamiento analítico desde la noción de sesgo hacia la de opresión, entendiendo que esta última permite comprender las desigualdades algorítmicas como expresiones de relaciones históricas y estructurales de poder, y no únicamente como fallas técnicas o distorsiones en los datos y los algoritmos.

En este contexto, la educación tecnológica aparece como un espacio privilegiado desde el cual promover miradas críticas para comprender y disputar las relaciones de poder que atraviesan la IA. Cuando hablamos de educación tecnológica no nos referimos a una mirada centrada exclusivamente en el aprendizaje de herramientas, competencias y procedimientos técnicos, sino en una formación que permite interrogar las condiciones sociales, políticas y materiales de las tecnologías. En este sentido, la educación tecnológica crítica se convierte en “una cuestión pedagógica primordial que pone en tensión a todo nuestro sistema educativo, en tanto incumbe asumir a la artificialidad como

un proceso cultural vital de complejidad creciente que acompañe al descentramiento de lo humano” (Marpegán, 2023, p. 195).

La maraña algorítmica: capitalismo, colonialismo, patriarcado y extractivismo

El uso masivo de la IA ha instalado nuevos debates en relación con las tecnologías. Los modelos de IA son una técnica de medición y clasificación que combinan gran volumen de datos y modelos que permiten su procesamiento. Estos modelos están conformados por redes jerárquicas que permiten aprender características y clasificar datos identificando patrones (Rikap, 2026, p. 14). Con la aparición de las técnicas del aprendizaje automático se ha difundido la idea de que la IA es superior a la inteligencia humana. Su naturalización, descontextualización y pretendida neutralidad han permitido la vertiginosa expansión mundial de los sistemas algorítmicos. Estos sistemas suelen presentarse como objetivos y neutrales, aunque sus procesos son opacos y tienen la capacidad de (re)producir y amplificar las desigualdades sociales existentes.

Como advierte Kate Crawford (2023), la IA está envuelta en una serie de mitologías que hacen que se esconda la multitud de sistemas de poder entrelazados. Entre estos mitos destaca dos, que se manifiestan en la propia denominación que damos a estos sistemas computacionales, el primero que los sistemas no humanos (máquinas o animales) se pueden analogar a la mente humana. El segundo, que la inteligencia puede existir independientemente del contexto social, cultural, político e histórico. Entonces, la IA no es ni inteligente ni artificial, sino que es corporal y material porque está hecha de recursos naturales, combustible, trabajo humano, infraestructura y estructuras políticas y sociales que determinan entrenamientos extensos e intensivos sobre bases de datos. Dependiendo de por quién sea definida (usuaries, expertos o corporaciones) será el sentido que adquiera. En definitiva, la IA sirve para los intereses sociales y políticos dominantes, que anuda una maraña de relaciones de poder capitalista, colonial, patriarcal y extractiva.

Cathy O’ Neil (2018) advierte que los algoritmos se dedican cada vez más a analizar y clasificar los deseos, comportamientos, movimientos y finanzas de las personas. Si bien reconoce el potencial de las herramientas de análisis de datos, cuestiona el modo en que son desarrolladas e implementadas en el contexto de la economía del *big data*, donde el

tratamiento masivo de información está orientado principalmente por su valor mercantil y la maximización de beneficios económicos, relegando aspectos éticos y sociales. Denomina “armas de destrucción matemática” a los modelos algorítmicos que, a pesar de su aparente objetividad y neutralidad, operan de manera opaca, se aplican a gran escala y producen consecuencias sociales perjudiciales, especialmente sobre los más pobres y vulnerables, y representan una amenaza para la democracia. Para O’ Neil, los algoritmos no son neutrales: los modelos, “a pesar de su reputación de imparcialidad, reflejan objetivos e ideologías” (O’Neil, 2018, p. 20). Estos sistemas se caracterizan por su falta de transparencia, su “secretismo”, ya que las empresas restringen el acceso al conocimiento de su funcionamiento, incluso a los propios equipos de desarrollo suelen trabajar únicamente sobre fragmentos del modelo, y, además, están cargados de prejuicios, equivocaciones y sesgos humanos.

Esta crítica a la neutralidad de los algoritmos ha sido retomada por los feminismos, que se han enfocado en desentrañar las desigualdades que se producen, los cuerpos sobre los que recaen y las relaciones históricas de poder sobre las que se asientan. Para los feminismos no se trata sólo de cuestionar la pretendida neutralidad de las tecnologías ni tampoco visibilizar los sesgos que presentan los sistemas algorítmicos, sino indagar en cómo se vinculan con relaciones de género, raza, clase y colonialidad.

En este sentido, desde una perspectiva interseccional, Safiya Noble (2018) indaga sobre los sesgos de la tecnología informática, donde se entrelazan los medios digitales con cuestiones de raza, género, cultura y diseño tecnológico. Para la autora existe un “Technological Redlining”,¹⁶ esto es, una práctica discriminatoria y segregacionista por motivos raciales inscrita en el código (particularmente en Google) que enmascara y profundiza la inequidad social, dado que lo que parecen ser decisiones automáticas tomadas por algoritmos, son hechas por seres humanos con valores racistas, sexistas y meritocráticos. Noble investiga sobre cómo las búsquedas en Google refuerzan los estereotipos mientras que las mujeres y los feminismos son marginalizados. Además, denuncia una cooptación comercial de las identidades negras. Porque no se trata de una simple correlación entre algoritmos sesgados y la sociedad racista, sexista y colonial, sino que los algoritmos de búsqueda refuerzan las perspectivas opresivas al (re)direccionar

¹⁶ Redlining (o marcar con una línea roja) en EE.UU consiste en la negación de varios servicios desde el gobierno y también desde el sector privado a barrios de minorías.

siempre a los sitios más rankeados. El control corporativo de la información pública, el hecho de que nuestra información sea gobernada y controlada por compañías de publicidad, genera opresión algorítmica, por lo que propone que los monopolios como el de Google tienen que ser desactivados y regulados ya que son una amenaza para la democracia. Noble busca hacer visibles para la sociedad los sesgos que se esconden detrás de la predicción que realizan los algoritmos de búsqueda y ofrece orientaciones sobre cómo es posible colectivamente intervenir y redireccionar estas búsquedas. En la misma dirección, Pratyusha Kalluri (2020) cuestiona la redistribución del poder que está ocurriendo a partir de los desarrollos de la IA. No es que una IA neutral se vea empañada por los sesgos de una sociedad injusta sino que se debe denunciar el poder de las corporaciones y la vigilancia de las instituciones vinculadas con la IA.

Crawford (2023) denuncia a la IA en su determinismo “encantado”, como industria extractiva contaminante y expoliadora de bienes comunes y territorios. Esto la conduce a indagar las dimensiones históricas, materiales y políticas que hacen posible la IA. Crawford expone la falsa automatización y el trabajo fantasma que sustenta al sistema discursivamente inmaterial y automático. Para ello traza mapas del poder, donde se puede seguir una cartografía de la coevolución histórica de los sistemas técnicos y sociales durante 500 años de colonialismo hacia la concentración del poder de la IA en su actual operación logística masiva de datos, trabajo y recursos naturales. Delineando genealogías materiales del control y la clasificación, la autora busca explicar que no hay clasificaciones ni categorías neutrales en una IA que es una forma de política, que se desarrolla siguiendo lógicas de género y de racialización. Entonces, no pueden resolverse los sesgos en un sistema que descontextualiza los datos en la doble operación de abstracción de las condiciones materiales y la extracción de información y recursos.

Por su parte Ruha Benjamin (2024) se enfoca en la discriminación algorítmica y denuncia a los “evangelistas de la IA” que afirman que, en tanto destino inevitable, solucionará ella misma los problemas que genera en su camino hacia una IA General. Esta retórica de la salvación de los magnates tecnológicos se apoya en una lógica eugenésica transhumanista de eficiencia, novedad y productividad para unos pocos, de inevitabilidad antidemocrática, de una intelectualidad artificial (cuantificación, clasificación y fetichización) para un futuro arcaico, neorreaccionario. Frente al evangelio de la IA, se trata de desnudar la desigualdad automatizada y la desinteligencia artificial, la colonialidad

algorítmica y los algoritmos de opresión, las tecnologías de la violencia y las armas de destrucción algorítmicas. Benjamin propone pensar desde topías, ni utopías ni distopías, recuperando la tecnología para el bien común con inteligencia ancestral y colectiva.

Desde nuestras latitudes, se ha articulado las problemáticas relacionadas con el avance de los sistemas algorítmicos de extractivismo, datificación y clasificación, comunes a personas o grupos sociales que padecen y resisten al capitalismo, el patriarcado y el colonialismo. Paola Ricaurte (2023) advierte sobre un colonialismo digital que visibiliza cómo los centros de datos de las grandes corporaciones acaparan recursos, explotan la mano de obra local y se apropian de conocimientos sin dar nada a cambio a las comunidades. De acuerdo con Ricaurte, los procesos extractivos que hacen posible el desarrollo de las tecnologías involucran formas de violencia material e inmaterial ligadas al proyecto colonial/moderno/eurocéntrico, que permiten, en el presente, organizar el mundo y reproducir relaciones de dominación. “La colonialidad como poder racista, clasista y patriarcal revela que los sujetos de la explotación son los cuerpos racializados y generizados” (Ricaurte, 2022, p. 18). Desde su perspectiva no es posible comprender la lógica extractiva de la era digital (en términos de datos, cuerpos, recursos, saberes, territorios), sin remitirnos a la matriz del poder colonial que opera aún después de la colonia y que tiene como resultado una sociedad automatizada.

Nos interesa, entonces, mostrar cómo los modelos algorítmicos responden a objetivos e intereses que buscan perpetuar relaciones de poder y el poder de las corporaciones, al tiempo que los sesgos que (re)producen y amplifican se encuentran articulados con relaciones de género, raza, clase. La IA es profundamente material y responde a una historia. De allí que sea necesario comprenderla dentro de un entramado sociotécnico en el que confluyen diversas relaciones de poder.

La IA no puede ser comprendida como una mera herramienta técnica neutral, sino que es necesario atender a las condiciones materiales y relaciones de poder que hacen posible su existencia. Con esto en consideración, la IA puede ser pensada como una tecnología que anuda una maraña de relaciones de poder capitalistas, coloniales, patriarcales y extractivas, las cuales no operan de manera independiente ni pueden reducirse a una suma de desigualdades. En este sentido, el capitalismo orienta el desarrollo de estas tecnologías hacia la rentabilidad, la eficiencia, la automatización y la valorización de los datos; el colonialismo se expresa en la apropiación desigual de recursos, territorios,

saberes y trabajo, así como en la persistencia de jerarquías raciales y geopolíticas; el patriarcado interviene en la producción de categorías, clasificaciones y representaciones que pueden reproducir binarismos, estereotipos y divisiones sexuales del trabajo; mientras que el extractivismo articula la apropiación de datos, recursos naturales, capacidades laborales y territorios necesarios para sostener la infraestructura material de estos sistemas, el cual desde la mirada de la colonialidad, da continuidad a la historia colonial de nuestros países.

De los sesgos a la opresión

Catherine D'Ignazio y Lauren F. Klein (2020) se preguntan ¿cómo podemos, desde el feminismo, usar los datos para rehacer el mundo? El feminismo de los datos es una forma de pensar acerca de los datos, sus usos y límites, desde la experiencia directa, por compromiso con la acción y por un pensamiento feminista interseccional. No trata sólo de mujeres, trata del género. Pero tampoco trata sólo del género, sino que involucra la opresión racial, el capacitismo, el colonialismo y el clasismo, entre otras formas de opresión. Las autoras aseguran que el poder no está distribuido equitativamente sino que lo ejercen mayoritariamente varones blancos sanos y cisgénero de la élite del Norte global. Ante lo cual, proponen examinar y desafiar el poder y trabajar por la justicia por lo que toman la categoría de matriz de dominación de Patricia Hill Collins para señalar al poder como privilegio o la opresión estructural del trabajo con los datos. Con relación a la ciencia de datos, se preguntan desde una metodología feminista centrada en las llamadas *who questions*: ¿Quiénes hacen el trabajo? ¿Los objetivos de quienes se priorizan? ¿Quiénes se benefician? ¿Y quiénes no? ¿Cómo tomar el análisis feminista del poder para atacar el origen del sesgo?

Para intentar dar respuesta a esta pregunta, primeramente proponen que el concepto de sesgo, que localiza el origen del problema en los individuos o en los sistemas técnicos, debe ser reemplazado por el de opresión, que desafía el poder porque reconoce la estructura de poder y busca dismantelarla. Los sesgos, sea que refiera a bases de datos, modelos estadísticos o algoritmos, no es una noción lo suficientemente fuerte para anclar ideas de equidad y justicia. Es por eso que insisten en que diseñar sistemas que direccionen la fuente del sesgo en la opresión estructural que resulta de la estructura de dominación.

La propuesta es desafiar al poder movilizándolo la ciencia de datos en contra de las estructuras inequitativas de poder existentes y trabajar en pos de futuros más justos. Pasar de una “ética de los datos” a una “justicia de los datos”. En la práctica se trata de recolectar datos perdidos o invisibilizados, auditar algoritmos, imaginar una co-liberación entre quienes trabajan en Big data y quienes se ven afectados por los sistemas de IA, para ello es preciso que los que diseñan y trabajan con datos aprendan de y diseñen con las comunidades que se busca apoyar. Esto supone valorar múltiples formas de conocimiento que surgen de la experiencia, la emoción y el cuerpo en oposición a todo conocimiento, estadístico en este caso, que se presente como neutral apelando al truco divino de verlo todo desde ninguna parte.

Desde la Teoría del Punto de Vista propuesta por Sandra Harding (1996), los problemas de sesgos, especialmente aquí (aunque no sólo), de género, sexistas y androcéntricos son, más que errores que es necesario corregir en la ciencia y la tecnología (como pretenden desde los feminismos liberales), recursos políticos feministas, esto porque ni las ciencias ni las tecnologías son neutrales, y por ende corregibles en sus sesgos. Desde una crítica feminista de la ciencia y la tecnología los sesgos son un error si legitiman prácticas sexistas y refuerzan estereotipos, marginalizan o ponen en desventaja a las mujeres y personas LGBTIQ+; invisibilizan o ignoran a las mujeres y disidencias; piensan el género desde la variable dicotómica Hombre/Mujer. Pero plantear que la ciencia y la tecnología son neutrales y que el problema de los sesgos recae en su uso o aplicación supone que los sesgos son corregibles en el contexto de justificación de las teorías, en la metodología de la ciencia y las aplicaciones tecnológicas. Para Harding, en cambio, es necesario modificar intrínsecamente la ciencia y la tecnología desde la acción política de los movimientos sociales.

Los sesgos maquínicos (*machine bias*) se definen como la transmisión de prejuicios sociales de raza, clase y género a una máquina. Los sesgos pueden ser producidos intencionalmente o pueden ser ideológicamente producidos bajo el velo de la neutralidad política de la tecnología, y este es el punto que nos interesa. Dentro de los sesgos maquínicos se imponen hoy los sesgos algorítmicos. El proceso de entrenamiento de los algoritmos de aprendizaje maquínico depende de las bases de datos de entrenamiento por lo que contienen los sesgos del programador, de la construcción de las bases de datos y de factores históricos y sociales. El problema está en su naturalización y

pretendida objetividad. Pero, podemos preguntarnos si es posible entrenar algoritmos menos sesgados, para, por ejemplo, disminuir las asimetrías de género y raciales en los sistemas de reconocimiento facial algorítmico.

Si el problema se encuentra en los datos de entrenamiento y asumimos que el sesgo no es intrínseco a la tecnología algorítmica, (aunque no se podría pensar a esta clase de tecnología algorítmica sin el entrenamiento como una parte constitutiva) sólo habría que mejorar las bases de datos o mejorar la programación de los algoritmos y, entonces, podríamos lograr que fuera menos sesgada que cualquier agente humano. Sin embargo, no es posible un algoritmo neutral por la dependencia de las bases de datos que repiten y amplifican los patrones de asimetría de raza, clase y género, por los sistemas de clasificación que se apoyan en determinadas concepciones del mundo, por los prejuicios de quienes los programas y también por la cajanegrización de los procesos del *machine learning* y el *deep learning* así como por la falta de transparencia de las corporaciones y su régimen enmarañado de patriarcado capitalista colonial y extractivista. Por lo tanto, el "sesgo" suele presentarse como un problema técnico, corregible con más datos o mejor programación. Esto puede despolitizar el problema y ocultar que en realidad estamos ante formas estructurales de discriminación y desigualdad.

Ahora bien, los sesgos de género de la IA no pueden escindirse de otros sesgos de clase, de raza, de ubicación geopolítica, de capacidad, de edad, nacionalidad, etc. pero sobre todo en tanto amplifican estereotipos, desigualdades y discriminaciones, no pueden escindirse de un sistema de opresiones de género, de clase, de racialización y sobre la naturaleza en la maraña descrita. En este sentido, hablar de opresión permite dar cuenta que la IA no afecta a todas las persona por igual, sino que la opresión es interseccional. La tecnología no es neutral, es un producto sociotécnico que produce, reproduce y amplifica las relaciones de poder. Por lo cual, hablar de opresión también visibiliza que la automatización puede reforzar prácticas de control, vigilancia y exclusión.

De este modo es necesario resituar y repolitizar la IA al mostrar cómo avanza en la paradoja de una política de permanente innovación tecnológica que es conservadora en lo social y por lo mismo opresiva e injusta al:

- buscar imponer una sola cultura mundial (aún desde un discurso de globalización)
- perseguir y condenar toda diferencia (con discursos de libertad individual de la ultraderecha)
- cuestionar la democracia (desde discursos empresariales tecnofascistas)

- querer imponer un modelo de humanidad (de hombre blanco heterosexual joven propietario del norte global)
- pretender eliminar el cuerpo y sus marcas con una inteligencia “incorpórea”
- autodenominarse “artificial” cuando requiere de una mega explotación material de territorios, de bienes comunes y genera la contaminación ambiental más grande de la historia planetaria
- ajustarse al mandato empresarial, de lógicas eficientes y de rendimiento, para todas las esferas de la vida

Se trata, entonces, de hacer un corrimiento epistemológico político desde buscar corregir sesgos a denunciar opresiones hacia una justicia algorítmica y territorial capaz de combatir las opresiones de la maraña de la IA.

Conclusiones

En este artículo propusimos cuestionar la pretensión de neutralidad de los sistemas tecnológicos, particularmente de la IA, mostrando la maraña algorítmica: capitalista, patriarcal, colonial y extractivista que hace posible y en la que se inscribe esta tecnología. Para ello recurrimos a los feminismos que han insistido en las condiciones sociales, políticas y materiales de las tecnologías. De esta manera, lejos de cualquier idea de neutralidad, la IA debe pensarse dentro de una compleja red de relaciones de poder.

Asimismo, esto permitió visibilizar la reproducción y amplificación de estereotipos, desigualdades y formas de discriminación basadas en el género, que suelen ser conceptualizados como sesgos de género. En el campo de la inteligencia artificial, estos sesgos adquieren una dimensión maquina, en tanto pueden inscribirse en los datos, modelos, sistemas de clasificación y procesos de decisión automatizada, contribuyendo a reproducir o amplificar desigualdades sociales preexistentes. Sin embargo, la atención a una ciencia de datos feminista y la epistemología feminista, permitió advertir que los sesgos no son fallas técnicas ni errores que pueden corregirse con mejores datos o mejores algoritmos, sino que se trata más bien de relaciones de poder que se inscriben, reproducen y amplifican con la IA. Es por ello que la apuesta de estos feminismos es sustituir la noción de sesgo por la de opresión, ya que esta última permite dar cuenta de las condiciones históricas, estructurales y materiales que producen y sostienen las

desigualdades, las cuales no son sólo de género, sino también raciales, de clase, de orientación sexual, etc.

En este sentido, la educación tecnológica crítica en torno a la IA no debe limitarse a enseñar cómo utilizar estas tecnologías de manera eficiente o a advertir sobre la existencia de sesgos en sus resultados. Si bien identificar los sesgos constituye una dimensión necesaria, resulta insuficiente para comprender la profundidad de las desigualdades que pueden producir y reproducir los sistemas algorítmicos. La noción de sesgo puede sugerir la existencia de una desviación respecto de un modelo considerado neutral, como si el problema pudiera resolverse técnicamente. La perspectiva feminista permitió desplazar esta mirada y preguntar por la maraña algorítmica de la IA.

Bibliografía

- Benjamin, R. (2024). The new artificial intelligentsia. *Los Angeles Review of Books*. <https://lareviewofbooks.org/article/the-new-artificial-intelligentsia/>
- Crawford, K. (2023). *Atlas de Inteligencia Artificial: Poder, política y costos planetarios*. Fondo de Cultura Económica.
- D'Ignazio, C., y Klein, L. F. (2020). *Data feminism*. MIT Press. <https://data-feminism.mitpress.mit.edu/>
- Fischetti, N. y Torrano, A. (2024). *Tecnologías feministas: Tramas para la resistencia desde el sur latinoamericano*. CLACSO. <https://www.clacso.org/tecnologias-feministas/>
- Grupo GIFT. (2021). *Pensar la tecnología digital con perspectiva de género*. CETyS. <https://proyectoguia.lat/wp-content/uploads/2022/06/perspectiva-generoV6.pdf>
- Kalluri, P. (2020). Don't ask if artificial intelligence is good or fair, ask how it shifts power [No pregunte si la inteligencia artificial es buena o justa, pregunte cómo cambia el poder]. *Nature*, 583, 169. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02003-2>
- Magureri, C. (2026). *Sesgos, citas falsas y alucinaciones: Fallas en la inteligencia artificial*. Educ.ar.

<https://www.educ.ar/recursos/159082/sesgos-citas-falsas-y-alucinaciones-fallas-en-a-ia>

- Marpegán, C. M. (2023). El papel de la educación en la construcción de la cultura tecnológica. *Estudios Posthumanos*, 2, 183–201.
https://www.estudiosposthumanos.com.ar/_files/ugd/9f0739_40559d27b6a64e29ab898c72ab98bfad.pdf
- Naciones Unidas. (2026, 26 de junio). *La inteligencia artificial deja a las mujeres expuestas a más estereotipos y violencia*. Noticias ONU.
<https://news.un.org/es/story/2026/06/1541589>
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. New York University Press.
- Ricaurte Quijano, P. (2023). *Descolonizar y despatriarcalizar las tecnologías*. Centro de Cultura Digital.
<https://vision.centroculturadigital.mx/media/done/descolonizarYD.pdf>
- Rikap, C. (2026). *Teoría de la dependencia digital: Soberanía y desarrollo en el capital del siglo XXI*. Caja Negra.

2.4. TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Una reconceptualización desde el cambio técnico, la tecnificación y la delegación de funciones humanas

Daniel Richar¹⁷

Resumen

En las últimas décadas, la expresión tecnologías emergentes se ha consolidado para designar un conjunto diverso de desarrollos como la programación, la robótica, la inteligencia artificial, Internet de las Cosas, la fabricación digital y otras innovaciones asociadas con la digitalización. Sin embargo, desde la perspectiva de la Educación Tecnológica, esta categoría presenta limitaciones epistemológicas, ya que reúne tecnologías de distinta naturaleza bajo un criterio temporal vinculado con su reciente difusión, sin explicar los procesos tecnológicos que las originan.

Este trabajo propone una reconceptualización de estas tecnologías a partir de un modelo analítico basado en las nociones de **cambio técnico**, **tecnificación**, **delegación de funciones humanas**, **sistemas técnicos** y **agencia sociotécnica**. Se sostiene que la programación, la robótica, la inteligencia artificial y otros desarrollos contemporáneos no constituyen un nuevo objeto de estudio para la Educación Tecnológica, sino expresiones de procesos históricos de transformación técnica que incrementan la complejidad de los sistemas tecnológicos sin modificar el objeto epistemológico de la disciplina.

A partir de aportes de la filosofía de la técnica, los estudios sociales de la tecnología y la teoría crítica de la tecnología, se argumenta que el objeto de la Educación Tecnológica continúa siendo el estudio del cambio técnico y de los procesos mediante los cuales las sociedades diseñan, producen, utilizan y resignifican sistemas técnicos. Finalmente, se propone reinterpretar los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) como un marco

¹⁷ Daniel Richar es Licenciado en Educación y Especialista en Docencia en Entornos Virtuales por la Universidad Nacional de Quilmes. Profesor en Disciplinas Industriales Actualmente es Decano de la Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales – UADER por el periodo 2024-2028. Se desempeña como Docente Titular Ordinario de la cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica en la misma facultad. Ha desarrollado trabajos de investigación y extensión. Fue miembro de la comisión de especialistas que diseñó los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) para la Educación Tecnológica y participó en el desarrollo de los Diseños Curriculares de Nivel Secundario y del Profesorado en Educación Tecnológica de Entre Ríos. Es autor del módulo «Educación Tecnológica y TIC» de la Especialización Docente en Educación y TIC del INFoD, como así también diversas publicaciones especializadas en Educación Tecnológica. Desde el año 2000, lleva adelante capacitaciones docentes en Educación Tecnológica y en Tecnología Educativa.

conceptual vigente y sólido para comprender las tecnologías contemporáneas sin reducir la enseñanza a la incorporación sucesiva de cada innovación.

Palabras clave: Educación Tecnológica; cambio técnico; tecnologías emergentes; sistemas sociotécnicos.

Introducción

La acelerada expansión de la inteligencia artificial, la robótica, la programación, la automatización, la fabricación digital y otras tecnologías asociadas a la denominada transformación digital ha reabierto un debate recurrente dentro del campo de la Educación Tecnológica: ¿la aparición de estas tecnologías modifica el objeto de estudio de la disciplina o, por el contrario, constituye una nueva manifestación de procesos tecnológicos históricamente conocidos?

Una parte importante de la literatura educativa responde esta pregunta afirmando que la irrupción de estas tecnologías exige redefinir los contenidos escolares e incluso revisar los propósitos de la Educación Tecnológica. En consecuencia, se multiplican propuestas curriculares orientadas a incorporar la programación, la robótica o la inteligencia artificial como nuevos contenidos prioritarios, muchas veces presentados como evidencia de una supuesta transformación radical del campo disciplinar.

Sin desconocer la importancia de estos desarrollos, el presente trabajo sostiene una hipótesis diferente. Se propone demostrar que las denominadas **tecnologías emergentes** no constituyen una categoría conceptual adecuada para interpretar las transformaciones tecnológicas contemporáneas desde la Educación Tecnológica. Su principal limitación reside en que agrupa bajo una misma denominación fenómenos profundamente diferentes, apelando únicamente a un criterio cronológico vinculado con su reciente difusión social.

En efecto, bajo la expresión *tecnologías emergentes* suelen reunirse desarrollos tan diversos como la programación, la inteligencia artificial, la robótica, Internet de las Cosas, la fabricación digital, la computación cuántica, la realidad aumentada, la tecnología blockchain o el análisis masivo de datos. Sin embargo, estos desarrollos no pertenecen a una misma categoría tecnológica. Algunos constituyen lenguajes formales; otros son sistemas técnicos complejos; algunos corresponden a infraestructuras de información; otros representan metodologías de diseño o campos específicos de investigación

científica. El único elemento que justifica su agrupamiento es su condición de innovaciones recientes o de rápida expansión.

Desde el punto de vista epistemológico, esta clasificación resulta insuficiente. El carácter emergente no constituye una propiedad intrínseca de una tecnología, sino una condición históricamente situada. Toda tecnología ha sido, en algún momento de su desarrollo, una tecnología emergente. La máquina de vapor, el motor eléctrico, el teléfono, la computadora personal o Internet ocuparon en distintas épocas ese lugar. La emergencia no expresa la naturaleza de una tecnología sino el momento histórico de su difusión.

Esta constatación conduce a un problema de mayor profundidad. Si las tecnologías son clasificadas únicamente por su novedad, el objeto de la Educación Tecnológica corre el riesgo de desplazarse permanentemente siguiendo la aparición de nuevos artefactos o aplicaciones. La disciplina quedaría entonces subordinada a un repertorio cambiante de innovaciones cuya vigencia depende del ritmo del mercado tecnológico y de los procesos de innovación industrial.

Frente a esta perspectiva, el presente artículo propone recuperar una concepción diferente de la Educación Tecnológica. Se sostiene que el objeto de la disciplina no está constituido por tecnologías particulares, sino por los **procesos de cambio técnico** mediante los cuales las sociedades transforman las formas de intervenir sobre la realidad a través de sistemas técnicos. En consecuencia, la programación, la robótica, la inteligencia artificial y otros desarrollos contemporáneos deben analizarse como expresiones particulares de procesos históricos más amplios de **tecnificación**, **delegación de funciones humanas** y reorganización de la **agencia sociotécnica**.

Esta perspectiva permite, además, defender la vigencia de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Tecnológica. Lejos de haber quedado superados por la aparición de la inteligencia artificial o de otras tecnologías digitales, sus categorías conceptuales —proceso tecnológico, sistema tecnológico, medios técnicos, información, control, automatización, organización del trabajo y relaciones entre tecnología, sociedad y ambiente— ofrecen un marco analítico suficientemente robusto para comprender las transformaciones contemporáneas, siempre que sean reinterpretadas desde la creciente complejidad de los sistemas técnicos actuales.

El trabajo se inscribe en el campo de la reflexión teórica y desarrolla una estrategia de análisis conceptual basada en el diálogo entre la filosofía de la técnica, los estudios sociales de la tecnología y los desarrollos curriculares de la Educación Tecnológica. El

propósito no consiste en ofrecer una nueva clasificación de tecnologías, sino en proponer un modelo conceptual que permita comprender las transformaciones actuales sin abandonar las categorías epistemológicas que históricamente han definido el campo disciplinar.

1. Las denominadas tecnologías emergentes: una categoría conceptualmente imprecisa

La expresión *tecnologías emergentes* se ha difundido con notable rapidez durante las dos últimas décadas. Organismos internacionales, documentos de política científica, informes sobre innovación, propuestas curriculares y publicaciones académicas recurren a ella para identificar un conjunto de desarrollos tecnológicos considerados estratégicos por su potencial económico, social o educativo.

Esta utilización creciente ha contribuido a instalar la idea de que existe una familia de tecnologías diferenciada de las anteriores por su capacidad para transformar profundamente la producción, la comunicación, la educación y la vida cotidiana. Sin embargo, un análisis más detenido muestra que la categoría presenta importantes ambigüedades.

En primer lugar, reúne tecnologías de naturaleza profundamente distinta. Bajo una misma denominación conviven lenguajes de programación, algoritmos de inteligencia artificial, plataformas digitales, robots industriales, dispositivos de Internet de las Cosas, sistemas de fabricación aditiva, técnicas de análisis de datos y tecnologías inmersivas. Desde el punto de vista técnico, estos desarrollos responden a principios de funcionamiento diferentes, utilizan conocimientos específicos y participan de sistemas tecnológicos diversos.

En segundo lugar, el criterio que permite agruparlas no proviene de su estructura tecnológica sino de una condición histórica: su reciente aparición o expansión. En otras palabras, una tecnología es considerada emergente porque todavía no se ha consolidado plenamente en las prácticas sociales o porque se le atribuye un elevado potencial transformador. Se trata, por lo tanto, de una categoría descriptiva antes que explicativa.

Esta característica limita significativamente su utilidad para la Educación Tecnológica. Si el análisis disciplinar adopta como criterio central la novedad de los artefactos, el conocimiento tecnológico queda subordinado a una clasificación inestable que inevitablemente deberá modificarse cada vez que aparezcan nuevos desarrollos. En

consecuencia, el objeto de estudio se desplaza desde la comprensión de los procesos tecnológicos hacia la enumeración de innovaciones.

Desde la perspectiva que aquí se propone, la pregunta relevante no consiste en determinar cuáles son las tecnologías emergentes de una determinada época, sino en comprender **qué procesos de cambio técnico permiten explicar la aparición de esos desarrollos y qué transformaciones producen en las relaciones entre las personas, los conocimientos, las organizaciones y los sistemas técnicos.**

Esta reformulación constituye el punto de partida de la propuesta desarrollada en las páginas siguientes. En lugar de organizar el análisis alrededor de la novedad tecnológica, se propone interpretar las transformaciones contemporáneas mediante categorías que permitan comprender su lógica histórica y sociotécnica.

2. El cambio técnico como objeto de estudio de la Educación Tecnológica

La crítica al concepto de tecnologías emergentes conduce necesariamente a una pregunta de mayor alcance: ¿cuál es el verdadero objeto de estudio de la Educación Tecnológica? La respuesta a este interrogante no constituye una cuestión meramente curricular, sino que remite al estatuto epistemológico de la disciplina y determina los criterios con los cuales se seleccionan, organizan e interpretan los contenidos de enseñanza.

En numerosos discursos educativos puede observarse una tendencia a identificar la Educación Tecnológica con el estudio de determinadas tecnologías consideradas relevantes en un momento histórico. De este modo, la disciplina parece redefinirse periódicamente a partir de la incorporación de nuevos artefactos o desarrollos técnicos: primero la informática, luego Internet, posteriormente la robótica y, más recientemente, la inteligencia artificial. Esta lógica conduce a una permanente actualización del currículo basada en la sustitución de unos contenidos por otros, conforme avanza la innovación tecnológica.

Sin embargo, esta perspectiva presenta una dificultad epistemológica fundamental. Si el objeto de estudio fueran las tecnologías particulares, la disciplina carecería de estabilidad conceptual y quedaría permanentemente subordinada al ritmo del desarrollo tecnológico. Cada innovación significativa exigiría redefinir sus propósitos, revisar sus categorías analíticas y reorganizar sus contenidos. En consecuencia, la Educación Tecnológica se

convertiría en un campo descriptivo de novedades antes que en una disciplina orientada a comprender los procesos que explican esas transformaciones.

Desde una perspectiva diferente, sostenemos que el objeto de la Educación Tecnológica no está constituido por tecnologías específicas sino por el **cambio técnico**, entendido como un proceso histórico, social y cultural mediante el cual las sociedades transforman las formas de resolver problemas de intervención sobre la realidad a través de la creación, reorganización y resignificación de sistemas técnicos.

El cambio técnico como objeto de estudio de la Educación Tecnológica, requiere de algunas precisiones. En primer lugar, el cambio técnico no debe confundirse con la mera aparición de nuevos artefactos. Toda tecnología incorpora conocimientos, materiales, formas de organización, criterios de diseño, modos de utilización y relaciones sociales que trascienden ampliamente al objeto material. En consecuencia, las transformaciones técnicas involucran modificaciones en las maneras de producir, comunicar, habitar, aprender, trabajar y organizar la vida colectiva.

En segundo lugar, el cambio técnico no constituye un proceso lineal ni responde a una lógica evolutiva predeterminada. La historia de la técnica muestra que los desarrollos tecnológicos no siguen trayectorias únicas ni inevitables. Las innovaciones emergen en contextos sociales específicos, responden a intereses diversos, encuentran resistencias, son apropiadas de múltiples maneras y muchas veces coexisten durante largos períodos con tecnologías anteriores. El cambio técnico expresa, por lo tanto, una dinámica histórica compleja en la que intervienen factores científicos, económicos, políticos, culturales y ambientales.

Esta concepción se distancia deliberadamente de la idea de **evolución tecnológica**, ampliamente difundida tanto en el lenguaje cotidiano como en algunos discursos educativos. El término evolución suele sugerir una sucesión continua de mejoras que conducirían inevitablemente hacia tecnologías superiores. Esta interpretación incorpora una visión teleológica del desarrollo técnico, como si existiera una dirección única del progreso tecnológico.

Diversos autores han cuestionado esta perspectiva. Los estudios sociales de la tecnología han mostrado que las trayectorias técnicas son el resultado de decisiones, controversias, relaciones de poder y procesos de negociación social (Bijker, Hughes y Pinch, 1987). Del mismo modo, la teoría crítica de la tecnología sostiene que toda innovación incorpora opciones de diseño y modelos de organización que responden a determinadas

concepciones políticas y culturales (Feenberg, 2002). Desde esta mirada, las tecnologías no evolucionan de manera autónoma: cambian porque cambian las sociedades que las producen y utilizan.

Por ello, el concepto de **cambio técnico** resulta más adecuado para la Educación Tecnológica. No presupone una dirección necesaria del desarrollo, evita interpretaciones deterministas y permite comprender las transformaciones tecnológicas como procesos abiertos, históricos y socialmente contruidos.

Concebir el cambio técnico como objeto de estudio implica, además, desplazar la atención desde los productos tecnológicos hacia las relaciones que los hacen posibles. El interés deja de centrarse exclusivamente en el funcionamiento de los artefactos para analizar cómo se articulan conocimientos, necesidades, decisiones, recursos, formas de organización y sistemas de producción en la configuración de soluciones tecnológicas.

Desde esta perspectiva, la programación, la robótica o la inteligencia artificial no constituyen nuevos objetos disciplinares. Son expresiones particulares del cambio técnico contemporáneo y, como tales, deben ser comprendidas mediante categorías que permitan interpretar las transformaciones que introducen en los procesos tecnológicos y en las formas de organización social.

3. La tecnificación como proceso histórico de reorganización de la acción humana

Si el cambio técnico constituye el objeto de estudio de la Educación Tecnológica, la noción de **tecnificación** permite comprender la dinámica mediante la cual dicho cambio se produce y transforma históricamente las relaciones entre las personas y los sistemas técnicos.

Aunque el concepto ha sido utilizado con distintos significados dentro de la filosofía de la técnica, en este trabajo se propone entender la tecnificación como **el proceso histórico mediante el cual determinadas acciones inicialmente realizadas por las personas pasan a organizarse progresivamente a través de sistemas técnicos cada vez más complejos, modificando la distribución de funciones entre los sujetos, los artefactos y las organizaciones.**

Esta definición pone el énfasis en un aspecto frecuentemente relegado en los análisis tecnológicos: la técnica no consiste simplemente en producir objetos, sino en reorganizar la acción humana.

Cada innovación tecnológica implica una nueva distribución de capacidades. Algunas funciones permanecen bajo control directo de las personas; otras son incorporadas a herramientas, máquinas, dispositivos o sistemas automatizados. En consecuencia, el desarrollo técnico puede comprenderse como un proceso continuo de reorganización de las relaciones entre seres humanos y medios técnicos.

Desde esta perspectiva, la historia de la técnica no aparece como una sucesión de inventos aislados sino como un proceso permanente de redistribución funcional.

- La invención de herramientas manuales permitió exteriorizar parte del esfuerzo físico.
- Las máquinas incorporaron progresivamente funciones energéticas.
- Los sistemas automáticos asumieron tareas de control y regulación.
- Las tecnologías digitales ampliaron la capacidad de procesamiento y circulación de información.
- Finalmente, la inteligencia artificial incorpora nuevas posibilidades de tratamiento de grandes volúmenes de datos, reconocimiento de patrones, generación de contenidos y apoyo a procesos de decisión.

Lo relevante, sin embargo, no reside en la novedad de cada tecnología sino en el proceso histórico que todas ellas expresan: la creciente tecnificación de la acción humana.

En este punto resulta especialmente fecunda la obra de Gilbert Simondon (2007), quien propone comprender los objetos técnicos como realidades en permanente proceso de individuación. Para este autor, las tecnologías no constituyen simples instrumentos externos al ser humano, sino configuraciones dinámicas cuya evolución depende de relaciones funcionales cada vez más integradas. Los objetos técnicos adquieren progresivamente mayor coherencia interna y establecen vínculos cada vez más complejos con otros sistemas técnicos y con los contextos sociales donde son utilizados.

Desde otra perspectiva, André Leroi-Gourhan (1971) interpreta la historia de la técnica como un proceso de exteriorización de funciones humanas. Las herramientas, las máquinas y posteriormente los sistemas de información constituyen formas mediante las cuales capacidades inicialmente vinculadas al cuerpo y a la memoria humana pasan a materializarse en dispositivos técnicos. Bernard Stiegler (2002) profundiza esta idea al sostener que la técnica representa una memoria exteriorizada que participa activamente en la construcción de la cultura y del conocimiento.

Estos aportes permiten comprender que la tecnificación no implica la sustitución de las personas por las máquinas, sino una reorganización permanente de las relaciones entre capacidades humanas y sistemas técnicos.

En consecuencia, el análisis de tecnologías como la inteligencia artificial no debería comenzar preguntándose si las máquinas reemplazan a los seres humanos, sino cuáles son las funciones que pasan a organizarse mediante nuevos sistemas técnicos y cómo esta redistribución modifica las prácticas sociales, laborales, educativas y culturales.

Desde esta perspectiva, la tecnificación constituye una categoría explicativa de alcance histórico. Permite analizar tanto la aparición de la escritura como el desarrollo de la imprenta, la mecanización industrial, la automatización, la informática o la inteligencia artificial. Todas estas transformaciones responden a un mismo proceso general, aunque adopten configuraciones específicas en diferentes momentos históricos.

Precisamente por ello, la Educación Tecnológica encuentra en la tecnificación una categoría de análisis mucho más potente que la clasificación entre tecnologías viejas, nuevas o emergentes. Mientras estas últimas describen el momento histórico de determinados desarrollos, la tecnificación permite comprender los procesos que los producen y las transformaciones que introducen en la organización de la acción humana.

4. La delegación de funciones humanas como categoría para comprender el cambio técnico

La tecnificación, entendida como el proceso histórico mediante el cual la acción humana se reorganiza progresivamente a través de sistemas técnicos, encuentra una de sus expresiones más significativas en la **delegación de funciones humanas**. Esta categoría constituye, a juicio de este trabajo, un puente conceptual entre la filosofía de la técnica y la Educación Tecnológica, ya que permite comprender las transformaciones tecnológicas sin reducirlas a la mera incorporación de nuevos artefactos ni atribuirles una autonomía independiente de la acción humana.

La noción de delegación parte de una constatación sencilla: toda tecnología incorpora funciones que anteriormente eran realizadas directamente por las personas. Esta incorporación no supone una transferencia completa de la acción humana hacia los artefactos, sino una redistribución de capacidades entre sujetos, medios técnicos y organizaciones. La historia de la técnica puede interpretarse, en gran medida, como la historia de estas redistribuciones.

Esta perspectiva permite superar dos interpretaciones frecuentes y contrapuestas. Por un lado, evita una visión instrumental que concibe las tecnologías como herramientas neutras completamente subordinadas a la voluntad humana. Por otro, también rechaza las posiciones deterministas que atribuyen a las tecnologías una capacidad autónoma para dirigir el desarrollo histórico. La delegación de funciones humanas no elimina la intervención de las personas, sino que transforma la manera en que dicha intervención se organiza y se ejerce.

Desde esta perspectiva, cada proceso de cambio técnico implica redefinir qué funciones permanecen bajo control directo de las personas, cuáles son mediadas por sistemas técnicos y cuáles pasan a ejecutarse automáticamente dentro de dichos sistemas. El interés analítico se desplaza así desde los artefactos hacia las funciones que estos incorporan y las nuevas configuraciones de acción que posibilitan.

Con fines analíticos, es posible reconocer distintas formas de delegación de funciones humanas. Esta clasificación no pretende establecer una secuencia evolutiva ni una tipología cerrada, sino ofrecer una herramienta conceptual para interpretar diferentes momentos del cambio técnico.

La primera forma corresponde a la **delegación de funciones físicas**, característica de las herramientas manuales. En este caso, las tecnologías amplían la capacidad de actuar sobre los materiales mediante la prolongación o el fortalecimiento de acciones corporales, sin sustituir el control directo del sujeto sobre la actividad.

Una segunda forma puede identificarse como **delegación de funciones energéticas**. Con el desarrollo de las máquinas, especialmente a partir de la Revolución Industrial, la generación y transmisión de energía dejan de depender exclusivamente del esfuerzo humano o animal. La máquina incorpora la capacidad de producir movimiento y potencia, mientras las personas reorganizan su papel en torno al diseño, la regulación y el control de los procesos.

El desarrollo posterior **de las tecnologías de control incorporó** una nueva forma de delegación. Ya no se trata únicamente de producir movimiento, sino de regularlo automáticamente. Mediante mecanismos de control, sensores, reguladores o sistemas de retroalimentación, ciertas decisiones sobre el funcionamiento del sistema técnico dejan de depender de la intervención permanente de las personas y pasan a ser ejecutadas por el propio sistema de acuerdo con criterios previamente establecidos. En este sentido, se

delegan funciones de control, mientras las personas continúan definiendo los objetivos, los parámetros de funcionamiento y las condiciones bajo las cuales opera el sistema.

Posteriormente, el desarrollo de la informática dio lugar a una **delegación de funciones informacionales**. Las computadoras permiten registrar, almacenar, procesar y transmitir información a velocidades y escalas imposibles para la actividad humana individual. La técnica deja de intervenir únicamente sobre la materia y la energía para actuar también sobre la información.

Finalmente, los desarrollos actuales vinculados con la inteligencia artificial introducen una forma específica de delegación que no debe confundirse con la idea de una inteligencia autónoma equivalente a la humana. Lo que estas tecnologías incorporan son funciones asociadas al reconocimiento de patrones, la clasificación, la generación probabilística de contenidos, la optimización de procesos y el apoyo a determinadas decisiones. Por ello, resulta más adecuado hablar de **delegación de funciones asociadas al procesamiento de información y al apoyo a la toma de decisiones** antes que de una supuesta delegación de la inteligencia o de la cognición.

Esta precisión conceptual resulta especialmente importante para evitar interpretaciones antropomórficas de la inteligencia artificial. Los sistemas actuales no comprenden el mundo ni actúan intencionalmente en sentido humano; operan mediante procedimientos matemáticos capaces de identificar regularidades estadísticas y producir respuestas consistentes con determinados modelos de entrenamiento. La complejidad de estos sistemas no modifica el hecho de que su funcionamiento depende de decisiones humanas relativas a su diseño, programación, entrenamiento, implementación y utilización.

Desde la perspectiva de la Educación Tecnológica, la categoría de delegación de funciones humanas ofrece una ventaja significativa: permite analizar tecnologías muy diferentes mediante un mismo marco conceptual. Tanto una herramienta manual como un robot industrial o un sistema de inteligencia artificial pueden estudiarse preguntando qué funciones humanas incorporan, cómo reorganizan la acción y qué nuevas relaciones establecen entre personas, conocimientos, organizaciones y medios técnicos.

En este sentido, la delegación de funciones humanas no constituye una categoría exclusiva para interpretar la inteligencia artificial. Representa un principio general del cambio técnico cuya intensidad y complejidad aumentan históricamente, pero cuya lógica permanece presente en la mayoría de las transformaciones tecnológicas.

5. Sistemas técnicos y agencia sociotécnica: una reinterpretación de la acción tecnológica

La categoría de delegación de funciones humanas adquiere pleno sentido cuando se la sitúa en el marco de los **sistemas técnicos**. Ninguna tecnología actúa de manera aislada. Todo artefacto forma parte de un entramado de conocimientos, normas, organizaciones, infraestructuras, recursos materiales y prácticas sociales que condicionan tanto su funcionamiento como sus posibilidades de utilización.

Esta idea, presente en diferentes tradiciones de la filosofía y la sociología de la tecnología, permite superar una visión centrada exclusivamente en los objetos técnicos para comprender la complejidad de las configuraciones sociotécnicas contemporáneas.

Thomas Hughes (1987), al estudiar el desarrollo de los grandes sistemas tecnológicos, mostró que las innovaciones no pueden explicarse únicamente por la aparición de nuevos dispositivos. Los sistemas eléctricos, ferroviarios o de comunicaciones se constituyen mediante la articulación de componentes técnicos, organizaciones, regulaciones, decisiones políticas, conocimientos científicos y formas específicas de gestión. En consecuencia, la unidad de análisis deja de ser el artefacto aislado para convertirse en el sistema técnico.

Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para analizar la inteligencia artificial. Un sistema basado en modelos generativos o en aprendizaje automático no puede reducirse al algoritmo que ejecuta determinadas operaciones matemáticas. Su funcionamiento depende de infraestructuras computacionales, redes de telecomunicaciones, bases de datos, procesos de entrenamiento, equipos interdisciplinarios, regulaciones jurídicas, modelos económicos y decisiones organizacionales que exceden ampliamente al software considerado de manera aislada.

Desde la Educación Tecnológica, esta constatación posee una consecuencia pedagógica fundamental: enseñar inteligencia artificial no debería limitarse a explicar el funcionamiento de un algoritmo o a utilizar aplicaciones específicas, sino comprender el sistema técnico que hace posible su existencia, funcionamiento y utilización social.

Esta concepción sistémica tiene, además, una consecuencia teórica relevante: obliga a revisar cómo se comprende la acción en los procesos tecnológicos y, en consecuencia, el concepto mismo de agencia. Si las tecnologías forman parte de sistemas sociotécnicos complejos, la acción difícilmente pueda atribuirse de manera exclusiva a alguno de sus componentes. Sin embargo, las interpretaciones predominantes suelen oscilar entre dos

posiciones contrapuestas. Por un lado, las perspectivas tradicionales consideran que la acción pertenece exclusivamente a los sujetos humanos, mientras que las tecnologías funcionan como instrumentos neutros al servicio de sus intenciones. Por otro lado, algunas posiciones tienden a otorgar a los artefactos una capacidad autónoma de actuar, como si las tecnologías fueran capaces de decidir o producir efectos con independencia de las personas y de las condiciones sociales que las configuran. Ninguna de estas perspectivas resulta plenamente satisfactoria, ya que ambas simplifican la complejidad de las relaciones que se establecen entre personas, tecnologías e instituciones en los sistemas técnicos contemporáneos.

Bruno Latour (2008) propone comprender la acción como el resultado de asociaciones entre múltiples actores humanos y no humanos. Desde esta mirada, la capacidad de producir efectos no pertenece exclusivamente a las personas, sino que emerge de redes en las que intervienen artefactos, organizaciones, normas, conocimientos e infraestructuras. Peter-Paul Verbeek (2005) profundiza esta perspectiva mostrando que las tecnologías median las acciones humanas y participan activamente en la configuración de decisiones, percepciones y comportamientos.

Sin embargo, desde la perspectiva aquí desarrollada conviene precisar el alcance de estas afirmaciones. Reconocer la participación de los sistemas técnicos en la organización de la acción no implica atribuirles intencionalidad o autonomía equivalente a la humana. Lo que cambia no es la existencia de sujetos responsables, sino la forma en que la acción se distribuye entre personas, tecnologías e instituciones.

Por ello, en este trabajo se adopta la noción de **agencia sociotécnica** para designar la configuración dinámica mediante la cual personas, conocimientos, organizaciones y sistemas técnicos participan conjuntamente en la producción de acciones, decisiones y transformaciones sociales.

Esta categoría permite comprender que la creciente complejidad tecnológica no elimina la responsabilidad humana. Por el contrario, la redistribuye. Cuanto mayor es la capacidad de los sistemas técnicos para intervenir en los procesos sociales, mayor es la necesidad de analizar críticamente las decisiones incorporadas en su diseño, implementación y utilización.

La agencia sociotécnica constituye, en consecuencia, la dimensión relacional del modelo conceptual propuesto en este trabajo. El cambio técnico impulsa procesos de tecnificación; estos se materializan en sistemas técnicos que incorporan nuevas formas

de delegación de funciones humanas y, como resultado, reconfiguran las modalidades mediante las cuales la acción se distribuye entre sujetos y tecnologías.

Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial deja de interpretarse como una ruptura radical para convertirse en una manifestación contemporánea de un proceso histórico mucho más amplio: la creciente complejidad de los sistemas técnicos y de las relaciones sociotécnicas que los constituyen.

6. La inteligencia artificial como manifestación contemporánea del cambio técnico

Las consideraciones desarrolladas hasta aquí permiten situar a la inteligencia artificial en un marco conceptual diferente del que habitualmente domina el debate educativo.

Con frecuencia, la IA es presentada como una tecnología disruptiva que inaugura una nueva etapa de la historia de la humanidad y obliga a redefinir los propósitos de la educación. Sin desconocer la magnitud de sus impactos, esta interpretación corre el riesgo de sobredimensionar la novedad del fenómeno y de invisibilizar las continuidades históricas que lo hacen posible.

Desde la perspectiva propuesta en este artículo, la inteligencia artificial no constituye un objeto excepcional que exija construir una teoría específica para comprenderlo. Por el contrario, representa una expresión particularmente compleja del cambio técnico contemporáneo, caracterizada por una intensificación de los procesos de tecnificación, una ampliación de la delegación de funciones humanas vinculadas con el procesamiento de información y una creciente complejidad de los sistemas técnicos que articulan dichas funciones.

En este sentido, el verdadero desafío para la Educación Tecnológica no consiste en incorporar la inteligencia artificial como un nuevo contenido aislado, sino en desarrollar categorías de análisis que permitan comprender qué problemas tecnológicos resuelve, qué funciones humanas reorganiza, qué decisiones incorpora en su diseño, qué relaciones establece con otros sistemas técnicos y qué transformaciones produce en las prácticas sociales, productivas y culturales.

La inteligencia artificial constituye, así, un caso paradigmático para poner a prueba la potencia explicativa de las categorías desarrolladas en este trabajo. No redefine el objeto de la Educación Tecnológica; confirma la necesidad de profundizar las herramientas conceptuales con las que históricamente la disciplina ha interpretado las relaciones entre técnica, sociedad y cultura.

7. Los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios como marco conceptual para comprender las tecnologías contemporáneas

Una de las consecuencias más significativas de la perspectiva desarrollada hasta aquí consiste en reconsiderar el lugar que ocupan los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Educación Tecnológica frente a los desafíos planteados por las denominadas tecnologías emergentes. En los últimos años se ha instalado con frecuencia la idea de que la aparición de la programación, la robótica o la inteligencia artificial habría dejado parcialmente obsoletos los marcos curriculares elaborados durante la primera década del siglo XXI. Desde esta mirada, la respuesta consistiría en incorporar nuevos contenidos capaces de acompañar el ritmo de la innovación tecnológica.

Sin embargo, esta interpretación supone que los NAP constituyen un listado de tecnologías cuya vigencia depende de la aparición de nuevos desarrollos. Precisamente, la tesis central de este artículo conduce a una conclusión diferente. Los NAP no organizan el currículo alrededor de tecnologías particulares, sino de **categorías conceptuales** que permiten comprender los procesos tecnológicos independientemente del momento histórico en que estos se manifiestan.

En efecto, un análisis detenido del documento permite reconocer una arquitectura conceptual basada en nociones como **proceso tecnológico, sistema tecnológico, medios técnicos, información, operación, función, automatización, organización, transformación, diseño, tecnificación y relaciones entre tecnología, sociedad y ambiente**. Estas categorías no describen artefactos específicos; constituyen herramientas intelectuales para interpretar el cambio técnico.

Esta característica explica, en gran medida, la vigencia del documento. La programación puede analizarse como un conjunto de procedimientos destinados a organizar información y controlar procesos técnicos; la robótica puede comprenderse como un sistema tecnológico que integra componentes mecánicos, electrónicos, informáticos y de control; la inteligencia artificial puede estudiarse como una forma particular de procesamiento de información inserta en sistemas técnicos complejos; Internet de las Cosas expresa nuevas modalidades de comunicación entre dispositivos dentro de redes sociotécnicas; la fabricación digital constituye un caso específico de transformación de materiales mediante tecnologías de control computarizado.

En ninguno de estos casos resulta necesario construir categorías completamente nuevas. Las nociones presentes en los NAP continúan ofreciendo un marco interpretativo capaz de explicar estos desarrollos, siempre que sean abordadas desde la creciente complejidad de los sistemas técnicos contemporáneos.

Esta afirmación posee importantes implicancias curriculares. La incorporación de nuevas tecnologías a la enseñanza no debería traducirse en la simple adición de contenidos o herramientas, sino en la posibilidad de ampliar las situaciones de análisis mediante las cuales los estudiantes profundizan la comprensión de las categorías propias de la Educación Tecnológica.

Desde esta perspectiva, la programación no constituye un contenido relevante por sí misma, sino en tanto permite analizar procesos de control, automatización y organización de acciones. Del mismo modo, la inteligencia artificial adquiere sentido educativo cuando posibilita comprender nuevas formas de delegación de funciones humanas, los criterios incorporados en los algoritmos, las decisiones presentes en el diseño de sistemas tecnológicos y las consecuencias sociales derivadas de su utilización.

En otras palabras, los desarrollos tecnológicos contemporáneos no sustituyen las categorías propuestas por los NAP; ofrecen nuevas oportunidades para ponerlas en juego y profundizarlas.

Esta lectura permite superar una tensión frecuente en el debate curricular. No se trata de elegir entre enseñar tecnologías tradicionales o tecnologías emergentes, sino de reconocer que ambas pueden comprenderse mediante un mismo marco conceptual cuando el foco se sitúa en los procesos de cambio técnico y no en la novedad de los artefactos.

La consecuencia pedagógica resulta especialmente significativa. La Educación Tecnológica no necesita reorganizar permanentemente su identidad disciplinar frente a cada innovación. Su fortaleza reside precisamente en disponer de categorías suficientemente generales y, al mismo tiempo, suficientemente potentes para interpretar tecnologías pertenecientes a diferentes momentos históricos.

8. Discusión: ¿las tecnologías emergentes redefinen la Educación Tecnológica?

La expansión de la inteligencia artificial y de otros desarrollos digitales ha dado lugar a una creciente producción académica que sostiene la necesidad de redefinir los propósitos de la Educación Tecnológica. En muchos casos, esta posición parte de una constatación

difícilmente discutible: las tecnologías digitales transforman profundamente la producción, el trabajo, la comunicación y el acceso al conocimiento. Sin embargo, de esta constatación suele derivarse una conclusión que merece ser examinada críticamente: la idea de que dichas transformaciones implican necesariamente un cambio en el objeto de estudio de la disciplina.

Desde la perspectiva desarrollada en este artículo, esta inferencia no resulta plenamente justificada.

Aceptar que el objeto de la Educación Tecnológica debe redefinirse cada vez que aparecen nuevas tecnologías supone asumir una concepción del conocimiento disciplinar estrechamente vinculada con los productos tecnológicos disponibles en un determinado momento histórico. Bajo esta lógica, el currículo queda subordinado a un proceso de actualización permanente cuya referencia principal pasa a ser el ritmo de la innovación tecnológica.

Esta posición presenta, al menos, dos dificultades.

La primera es de carácter epistemológico. Si la disciplina cambia cada vez que cambian las tecnologías, pierde estabilidad conceptual y deja de contar con un objeto propio de estudio. Su identidad dependería entonces de factores externos, principalmente del desarrollo científico-tecnológico y de las dinámicas del mercado de innovación.

La segunda dificultad es pedagógica. La enseñanza corre el riesgo de transformarse en una sucesión de aprendizajes instrumentales orientados al dominio de herramientas específicas cuya vigencia suele ser limitada. En ese contexto, el conocimiento tecnológico tiende a reducirse al aprendizaje del funcionamiento de dispositivos, plataformas o aplicaciones, debilitando la comprensión de los procesos que explican su existencia y sus implicancias sociales.

La propuesta desarrollada en este trabajo adopta una posición diferente. No niega la necesidad de incorporar al análisis escolar las transformaciones tecnológicas contemporáneas. Por el contrario, sostiene que la programación, la robótica, la inteligencia artificial y otros desarrollos digitales constituyen objetos relevantes para la Educación Tecnológica precisamente porque expresan nuevas configuraciones del cambio técnico.

La diferencia radica en el punto de partida. El interés no se concentra en las tecnologías en sí mismas, sino en los procesos que las producen y en las relaciones que establecen con la sociedad.

Desde esta perspectiva, enseñar inteligencia artificial no implica formar usuarios competentes de determinadas aplicaciones, sino desarrollar capacidades para comprender los sistemas técnicos que la hacen posible, analizar las formas de delegación de funciones humanas que incorpora, identificar las decisiones presentes en los algoritmos, reconocer los intereses involucrados en su desarrollo y evaluar críticamente sus impactos sociales, culturales, económicos y ambientales.

Este desplazamiento modifica sustancialmente el sentido de la enseñanza. El eje deja de ser el dominio instrumental de tecnologías específicas para centrarse en la comprensión crítica de los procesos tecnológicos.

En consecuencia, las denominadas tecnologías emergentes no redefinen el objeto de la Educación Tecnológica. Lo que ponen en evidencia es la necesidad de profundizar las categorías conceptuales mediante las cuales la disciplina interpreta el cambio técnico y forma ciudadanos capaces de comprender críticamente las relaciones entre tecnología, sociedad y cultura.

Conclusiones

El propósito de este trabajo fue cuestionar la suficiencia conceptual de la categoría **tecnologías emergentes** como marco para interpretar las transformaciones tecnológicas contemporáneas desde la Educación Tecnológica.

El análisis realizado permite sostener que dicha expresión posee un carácter predominantemente descriptivo. Bajo una misma denominación reúne desarrollos tecnológicos de naturaleza muy diferente —como la programación, la robótica, la inteligencia artificial, Internet de las Cosas o la fabricación digital— cuyo único rasgo compartido es su reciente difusión o expansión social. En consecuencia, la categoría resulta útil para describir un determinado momento histórico de la innovación tecnológica, pero insuficiente para comprender los procesos que explican la aparición de esas tecnologías y las transformaciones que producen.

Frente a esta limitación, el artículo propuso un modelo conceptual basado en cinco categorías articuladas: **cambio técnico, tecnificación, sistemas técnicos, delegación de funciones humanas y agencia sociotécnica**. Estas categorías permiten interpretar las tecnologías contemporáneas no como objetos aislados ni como manifestaciones de una ruptura epistemológica, sino como expresiones históricas de procesos más amplios

mediante los cuales las sociedades reorganizan sus formas de intervenir sobre la realidad.

Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial constituye un caso paradigmático de intensificación del cambio técnico. Su relevancia no radica únicamente en la complejidad de sus algoritmos ni en la potencia de sus capacidades de procesamiento, sino en las nuevas formas de organización de la acción, de delegación de funciones humanas y de configuración de sistemas técnicos que introduce en múltiples ámbitos de la vida social.

Una de las principales implicancias de esta interpretación consiste en reafirmar la vigencia de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Tecnológica. Lejos de haber sido superados por las tecnologías digitales contemporáneas, los conceptos estructurantes presentes en los NAP continúan ofreciendo un marco epistemológico sólido para comprender estas transformaciones. Su potencia reside precisamente en no haber organizado el currículo alrededor de tecnologías particulares, sino de categorías analíticas capaces de interpretar diferentes manifestaciones del cambio técnico.

En consecuencia, el desafío actual para la Educación Tecnológica no consiste en incorporar sucesivamente cada innovación tecnológica al currículo, sino en fortalecer la enseñanza de aquellas categorías conceptuales que permiten comprender críticamente los procesos de transformación técnica, independientemente de las formas concretas que estos adopten en cada momento histórico.

Esta conclusión conduce, finalmente, a una defensa del estatuto epistemológico de la Educación Tecnológica. La disciplina no encuentra su identidad en el estudio de tecnologías particulares ni en la actualización permanente de un catálogo de innovaciones. Su especificidad reside en ofrecer marcos conceptuales para comprender cómo las sociedades producen, organizan, utilizan, transforman y resignifican los sistemas técnicos que median su relación con el mundo.

Las denominadas tecnologías emergentes no cuestionan este objeto de estudio. Antes bien, ponen de manifiesto la necesidad de profundizar su desarrollo teórico y de reafirmar la capacidad explicativa de la Educación Tecnológica frente a las transformaciones sociotécnicas del siglo XXI.

Referencias bibliográficas

- Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. Free Press.

- Bijker, W. E. (1995). *Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change*. MIT Press.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., & Pinch, T. J. (Eds.). (1987). *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. MIT Press.
- Brey, P. (2010). Philosophy of technology after the empirical turn. En J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen & V. F. Hendricks (Eds.), *A companion to the philosophy of technology* (pp. 36–48). Wiley-Blackwell.
- Feenberg, A. (1991). *Critical theory of technology*. Oxford University Press.
- Feenberg, A. (1999). *Questioning technology*. Routledge.
- Feenberg, A. (2002). *Transforming technology: A critical theory revisited*. Oxford University Press.
- Hughes, T. P. (1987). The evolution of large technological systems. En W. E. Bijker, T. P. Hughes & T. J. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp. 51–82). MIT Press.
- Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Indiana University Press.
- Latour, B. (1992). Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts. En W. E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping technology / Building society* (pp. 225–258). MIT Press.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*. Manantial.
- Leroi-Gourhan, A. (1971). *El gesto y la palabra*. Universidad Central de Venezuela.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology. The path between engineering and philosophy*. University of Chicago Press.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2007). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Educación Tecnológica. Segundo Ciclo EGB / Nivel Primario*. Consejo Federal de Cultura y Educación.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Educación Tecnológica. Ciclo Básico de la Educación Secundaria*. Consejo Federal de Educación.
- Quintanilla, M. A. (1998). *Técnica y cultura*. Tecnos.

- Quintanilla, M. A. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Simondon, G. (2007). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Prometeo Libros.
- Stiegler, B. (2002). *La técnica y el tiempo I. El pecado de Epimeteo*. Hiru.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- Verbeek, P.-P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. Pennsylvania State University Press.
- Winner, L. (1986). *The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology*. University of Chicago Press.

2.5. ¿MEJORAR A QUIÉN?

TRANSHUMANISMO Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA EN AMÉRICA LATINA

Andrés Vaccari¹⁸

Resumen

Más que una doctrina filosófica acerca del mejoramiento humano, el transhumanismo es un imaginario sociotécnico que orienta la comprensión pública de la tecnología, el progreso y el futuro. En su variante dominante, asociada con Silicon Valley, este imaginario presenta el desarrollo tecnológico como un proceso inevitable, atribuye al empresario innovador un papel histórico privilegiado, y convierte la adaptación y optimización individuales en respuestas normativas frente al cambio técnico. El presente artículo examina esta configuración como una forma de pedagogía pública: un conjunto de narrativas que produce aprendizajes sociales más allá de las instituciones educativas, con el fin de naturalizar determinadas relaciones entre tecnología, mercado y sociedad. Desde una perspectiva latinoamericana, se argumenta que esta pedagogía contribuye a ocultar las asimetrías geopolíticas que determinan quién diseña las tecnologías, controla sus infraestructuras, obtiene beneficios y soporta sus riesgos. El artículo propone ampliar el campo de la Educación Tecnológica para incluir la desnaturalización de los futuros tecnológicos dominantes, la reconstrucción crítica de los sistemas sociotécnicos y la formación de capacidades para la deliberación democrática.

Palabras clave: transhumanismo; Educación Tecnológica; ciudadanía tecnológica; imaginarios sociotécnicos.

¹⁸ Andrés Vaccari es Investigador Independiente del CONICET, con lugar de trabajo en el Centro de Estudios de Filosofía e Historia de la Ciencia (CEFHIC) de la Universidad Nacional de Quilmes. Tiene un PhD en Filosofía por Macquarie University (Australia) y se ha desempeñado como profesor en las universidades de Buenos Aires, Canberra, Macquarie y Swinburne. Sus investigaciones se centran en la filosofía de la tecnología, el posthumanismo, el transhumanismo y la biofilosofía, con especial interés en las relaciones entre lo viviente y lo tecnológico. Sus trabajos académicos han aparecido en diversos libros y revistas internacionales. Es coeditor, junto con Javier Blanco, Diego Parente y Pablo Rodríguez, de *Amar a las máquinas. Cultura y técnica en Gilbert Simondon* (Prometeo, 2015), y, junto con Diego Lawler y Javier Blanco, de *La técnica en cuestión. Artificialidad, cultura material y ontología de lo creado* (Teseo, 2017). (Email: andresvaccari@gmail.com)

1. Introducción

Las tecnologías emergentes llegan acompañadas de relatos que anticipan sus efectos y orientan las expectativas sociales sobre el futuro. La inteligencia artificial, la edición genética, las interfaces cerebro-computadora, la automatización y las investigaciones sobre longevidad circulan en el espacio público como promesas, advertencias y mandatos. Con frecuencia, la pregunta ya no parece ser si ciertas transformaciones deberían producirse, sino con qué rapidez ocurrirán y qué deben hacer los individuos y las instituciones para adaptarse a ellas.

Este modo de representar el cambio tecnológico desempeña una función normativa que prescribe cómo debe comprenderse el presente. La innovación aparece dotada de una dinámica propia; la regulación y la resistencia social, como obstáculos para el progreso; el mercado, como mecanismo privilegiado para seleccionar tecnologías; y la optimización individual, como respuesta racional frente al cambio. La imagen del futuro funciona, de este modo, como una tecnología de gobierno del presente.

El transhumanismo ofrece la formulación más sistemática de este imaginario, y esto es clave para entender su éxito. En términos generales, propone recurrir a la ciencia y la tecnología para superar las limitaciones biológicas de la especie humana y ampliar capacidades como la inteligencia, la longevidad, la fuerza, el control emocional o la percepción. Sin embargo, sus principales supuestos han desbordado el ámbito de un movimiento filosófico y se han incorporado al lenguaje empresarial de la innovación, a las promesas de la industria tecnológica y a los discursos públicos sobre la inteligencia artificial, el trabajo y el futuro.

Esta transformación puede caracterizarse como la consolidación de la Síntesis Transhumanista de Silicon Valley: una configuración ideológica en la que confluyen la fe en el progreso tecnocientífico, el individualismo neoliberal, la exaltación del empresario innovador, la naturalización del mercado y una concepción sustantivista de la evolución tecnológica (Vaccari, 2020). En esta Síntesis, el mejoramiento humano deja de depender principalmente de un proyecto colectivo de transformación política y pasa a concebirse como un conjunto de intervenciones técnicas ofrecidas a individuos en calidad de consumidores.

La pregunta “¿mejorar a quién?” interroga tanto la distribución de los beneficios tecnológicos como las condiciones sociales y geopolíticas bajo las cuales se define el mejoramiento. El énfasis transhumanista en la longevidad radical, la inteligencia

aumentada, la modificación genética o la integración entre humanos y máquinas no se deriva necesariamente de un compromiso general con el bienestar. Como señaló Winner (2002), si el objetivo prioritario fuera mejorar la vida humana, no resultaría evidente por qué deberían privilegiarse los implantes electrónicos y la ingeniería genética frente a tecnologías vinculadas al agua potable, la vivienda, la alimentación, la salud pública o la protección ambiental. La selección de determinadas tecnologías implica también una selección de problemas, prioridades y beneficiarios.

La noción de *imaginario sociotécnico* permite comprender la dimensión política de estas representaciones. Jasanoff y Kim (2015) utilizan el concepto para designar visiones colectivamente sostenidas e institucionalmente estabilizadas de órdenes sociales deseables asociados con determinados desarrollos científicos y tecnológicos. En este sentido, el transhumanismo no imagina solamente nuevas capacidades humanas, sino también un orden social en el que empresas, inversores y especialistas ocupan una posición privilegiada en la producción del futuro. Su retórica universalista (“nuestro futuro”, “la humanidad”) abstrae, sin embargo, las desigualdades que determinan quién produce el conocimiento, controla las infraestructuras y accede a los beneficios de la innovación. Desde América Latina, esta abstracción resulta especialmente problemática: la región participa en condiciones asimétricas en cadenas transnacionales de producción de valor, las cuales incorporan sus territorios, cuerpos, datos, recursos y trabajo, mientras los centros de decisión permanecen mayormente en el Norte Global.

El transhumanismo puede analizarse también como una forma de *pedagogía pública*. Los procesos educativos no se limitan a la escuela: los medios, las empresas, las plataformas digitales y los discursos políticos también producen aprendizajes, valores y formas de interpretar el mundo (Giroux, 2004a, 2004b). Las narrativas transhumanistas enseñan quién está autorizado para imaginar el futuro, qué actores aparecen como protagonistas del cambio y qué conductas se esperan de la ciudadanía. La Síntesis de Silicon Valley funciona así como un *currículo oculto del futuro*: mientras el empresario, el inversor y el ingeniero aparecen como sus productores, la ciudadanía queda reducida al papel de usuaria, consumidora o población que debe adaptarse a transformaciones decididas en otros ámbitos.

Frente a esta pedagogía de la adaptación, la Educación Tecnológica puede desempeñar una función crítica. En la tradición argentina, Gay y Ferreras (1997), Leliwa y Marpegán (2020), la conciben como un campo orientado a comprender la tecnología

dentro de su contexto social mediante el análisis de productos, procesos y sistemas. En el presente, ese análisis debe extenderse a un universo de tecnologías: plataformas globales, infraestructuras de datos, modelos algorítmicos, etc. Comprender una tecnología significa reconstruir las relaciones entre diseño, materiales, energía, propiedad, trabajo, datos, regulación y formas de uso.

El pensamiento latinoamericano sobre ciencia y tecnología proporciona herramientas decisivas para esto. Herrera (1973) mostró que una política científica explícitamente orientada hacia la autonomía puede coexistir con estructuras económicas que reproducen la dependencia. Por su parte Varsavsky (1969) cuestionó la neutralidad de las agendas de investigación y vinculó la selección de problemas científicos con proyectos sociales concretos. Desde esta tradición, la adopción de tecnologías avanzadas no equivale automáticamente a soberanía: también es necesario examinar quién define las prioridades, controla las infraestructuras y se apropia del conocimiento y el valor producidos.

El argumento central de este artículo es que la crítica del transhumanismo posee una dimensión educativa ineludible. Si la Síntesis de Silicon Valley actúa como una pedagogía pública que naturaliza la inevitabilidad tecnológica y otros supuestos, la Educación Tecnológica debe proporcionar recursos para desnaturalizar estas narrativas, y formar capacidades de intervención democrática. La ciudadanía tecnológica no consiste sólo en utilizar responsablemente sistemas ya existentes, sino en participar en los procesos mediante los cuales se seleccionan, diseñan, financian y regulan (Feenberg, 2002).

El artículo reconstruye, en primer lugar, el tránsito desde el horizonte humanista del mejoramiento hacia la Síntesis Transhumanista de Silicon Valley. En segundo lugar, analiza esta Síntesis como pedagogía pública e identifica sus principales contenidos. En tercer lugar, sitúa sus narrativas dentro de la historia latinoamericana de dependencia y extractivismo. Finalmente, examina las tareas de una Educación Tecnológica orientada a la ciudadanía, la soberanía y la construcción de futuros sociotécnicos plurales.

2. De la perfectibilidad humana a la Síntesis Transhumanista de Silicon Valley

En su primera etapa, el transhumanismo se perfiló como una prolongación del proyecto humanista moderno. La utilización de tecnologías para modificar el cuerpo, prolongar la vida o aumentar las capacidades cognitivas no supone una ruptura con el humanismo,

sino la continuación de su aspiración a ampliar la autonomía y superar las limitaciones impuestas por la naturaleza. La formulación clásica de Julian Huxley conserva claramente este horizonte universalista: la humanidad podría trascenderse no de manera aislada o excepcional, sino en su conjunto, mediante la realización de nuevas posibilidades para la existencia humana (Huxley, 1957). El sujeto del mejoramiento era, al menos discursivamente, la especie humana como totalidad.

Previamente, la perfectibilidad humana había sido concebida como un proyecto social y político, más que una intervención sobre la constitución biológica de los individuos. Las tradiciones reformistas modernas asociaron la mejora de las capacidades humanas con la transformación de las instituciones, las condiciones materiales de existencia, las relaciones laborales, la educación y las formas de organización colectiva. El desarrollo de las personas, entonces, dependía de la creación de entornos sociales que favorecieran la autonomía, la cooperación y la participación política. El objeto de transformación no era únicamente el individuo, sino también el mundo común que hacía posible su formación.

Durante la primera década del siglo XXI, el transhumanismo adquirió una mayor legitimidad filosófica e institucional a través de los debates sobre el mejoramiento humano. Gran parte de esta discusión se concentró en determinar si existe una diferencia moral relevante entre la terapia y el mejoramiento, o entre curar una enfermedad y aumentar una capacidad considerada normal. Los trabajos de Nick Bostrom buscaron presentar el transhumanismo como una extensión coherente de valores ampliamente aceptados, como la autonomía, la beneficencia y la aspiración a una vida más larga y plena (Bostrom, 2005a, 2005b; Bostrom & Savulescu, 2009). En esta etapa, la justificación del mejoramiento dependía en buena medida del “argumento de beneficencia” (Vaccari, 2019). Si ciertas intervenciones permiten a las personas vivir más tiempo, desarrollar mayores capacidades o acceder a experiencias consideradas valiosas, parecería existir una razón moral para promoverlas. En el campo de la longevidad, por ejemplo, el envejecimiento comenzó a representarse como una patología susceptible de tratamiento y eventual eliminación, más que como un proceso inevitable de la vida humana (de Grey & Rae, 2007).

El paso del transhumanismo a su segunda etapa, la Síntesis, no supuso un quiebre radical, sino una rearticulación de tendencias ya presentes. Una figura bisagra fue Max More, quien, tras formarse en Filosofía, Política y Economía en Oxford, se trasladó a

California y desarrolló allí el extropianismo, en contacto con la cultura libertaria y tecnofuturista de la región (Regis, 1994). Su propuesta conserva de la primera etapa la aspiración humanista a la autotransformación racional, pero la reformula en términos de progreso ilimitado, individualismo, orden espontáneo y oposición a las restricciones impuestas al desarrollo tecnológico (More, 1990). La extropía se define como una fuerza contraria al estancamiento y la entropía: un impulso hacia la expansión de la inteligencia, la libertad individual y la capacidad de modificar la propia existencia. En este sentido, el extropianismo anticipa la Síntesis de Silicon Valley: el mejoramiento deja de concebirse primordialmente como un proyecto universal y pasa a depender cada vez más de la iniciativa individual, el mercado y la aceleración tecnológica.

El sujeto privilegiado de esta transformación ya no es la humanidad organizada alrededor de un proyecto político común, sino el individuo capaz de experimentar consigo mismo, asumir riesgos y utilizar las oportunidades ofrecidas por el mercado. La autonomía se identifica con la libertad para modificar el propio cuerpo, seleccionar características reproductivas y adquirir nuevos productos tecnológicos. Como señala Le Dévédec (2018), el ideal humanista de perfectibilidad se reduce a un problema de dominio técnico sobre la naturaleza humana. El ideal de emancipación colectiva se desplazó hacia una concepción de la libertad centrada en la elección individual y la soberanía del consumidor. El mercado, más que espacio neutral, interviene en la producción de estas preferencias de consumo. La promesa de elegir libremente una modificación corporal o cognitiva se inscribe en entornos que recompensan la competitividad, la productividad, la longevidad laboral y la adaptación permanente. La elección individual puede reproducir así exigencias estructurales que permanecen fuera de discusión.

Uno de los aportes filosóficos cruciales en el tránsito del mejoramiento benéfico hacia una política subordinada al futuro de la especie es el largoplacismo (*longtermism*), impulsado por otro filósofo de Oxford, William MacAskill. En su versión fuerte, esta doctrina sostiene que, para una amplia clase de decisiones, los efectos sobre el futuro remoto deben constituir el principal criterio de evaluación moral (Greaves & MacAskill, 2021; MacAskill, 2022). El largoplacismo conserva así el núcleo consecuencialista y universalista de la primera fase transhumanista (la maximización imparcial del bienestar), pero desplaza el centro de gravedad desde las personas actuales hacia las inmensas poblaciones futuras que podrían llegar a existir. Bajo esta lógica, la supervivencia de una fracción reducida de la humanidad puede adquirir un valor instrumental extraordinario si

preserva el potencial civilizatorio de la especie, mientras las necesidades y desigualdades presentes corren el riesgo de quedar subordinadas a beneficios futuros altamente especulativos (Bostrom, 2003, 2013; Ord, 2020).

El argumento de la inevitabilidad modifica sustancialmente la estructura normativa del transhumanismo. Mientras el argumento de beneficencia sostiene que determinadas tecnologías deberían desarrollarse porque producirían resultados valiosos, el argumento de inevitabilidad afirma que las transformaciones ocurrirán con independencia de nuestras preferencias. La cuestión ya no es decidir democráticamente si una trayectoria tecnológica resulta deseable, sino evitar quedar rezagados frente a un proceso que otros actores continuarán impulsando.

Es importante recalcar que esta visión de mundo se apoya en un modelo de la tecnología y de los procesos de cambio tecnológicos. En su etapa humanista inicial, la técnica aparece todavía como un conjunto de medios subordinados al objetivo moral de mejorar la condición humana; en la Síntesis de Silicon Valley, en cambio, se consolida una concepción sustantivista, según la cual la tecnología constituye un sistema dotado de una lógica autónoma y acumulativa que orienta por sí mismo el curso histórico. Este *neosustantivismo* naturaliza el desarrollo técnico y sustituye la pregunta por las tecnologías que deberíamos elegir por la exigencia de adaptarnos, o incluso contribuir, a una transformación presentada como inevitable (Vaccari, 2020).

Sin duda, la forma más influyente y conocida del neosustantivismo en el *singularitarismo*. En la obra de Kurzweil, el crecimiento exponencial de la capacidad computacional conduciría a un punto de transformación cualitativa en el que la inteligencia artificial superaría las capacidades humanas y se produciría una integración progresiva entre organismos y máquinas (Kurzweil, 1999, 2005). La tecnología se concibe como una fuerza evolutiva con una dirección propia, una entelequia capaz de conducir a la humanidad hacia una nueva etapa de existencia.

En el cuadro neosustantivista, la inevitabilidad posee importantes efectos políticos. Si una tecnología se presenta como consecuencia necesaria del progreso (o manifestación de un desarrollo autónomo más allá del control humano), la regulación aparece como retraso, la precaución como irracionalidad y la oposición como resistencia inútil. El empresario e inversor tecnológico Peter Thiel (uno de los principales promotores de la convergencia entre transhumanismo, capital de riesgo y poder tecnológico) llega

incluso a asociar a los críticos y reguladores del desarrollo tecnológico con los “legionarios del Anticristo” (Tiku et al., 2025).

El *principio proaccionario* defendido por More pretende precisamente invertir la carga de la prueba: en lugar de exigir que una innovación demuestre su seguridad antes de ser adoptada, se privilegia la experimentación y se considera que la renuncia a innovar también genera riesgos y costos (More, 2013). En sus versiones más radicales, esta posición convierte la expansión tecnológica en una obligación y presenta la regulación pública como una interferencia indebida en la evolución social (Fuller & Lipińska, 2014). La presentación de esta transformación como inevitable convierte la adaptación individual en mandato político y prepara el terreno para la función pedagógica de la Síntesis.

3. El transhumanismo como pedagogía pública

La noción de *pedagogía pública* parte de la premisa de que la educación no se limita a las instituciones escolares. La cultura mediática, las empresas, las industrias del entretenimiento, las instituciones políticas y los espacios digitales también forman subjetividades, transmiten valores y delimitan las formas legítimas de interpretar la realidad. Giroux (2004a, 2004b) emplea el concepto para analizar cómo la cultura pública produce determinadas concepciones de la ciudadanía, la responsabilidad individual y la vida colectiva. Sandlin et al. (2011), por su parte, muestran que el campo de la pedagogía pública abarca procesos de aprendizaje que tienen lugar en la cultura popular, los medios de comunicación, los movimientos sociales, las instituciones culturales y las prácticas cotidianas.

Hablar de pedagogía no implica afirmar que estos actores transmitan un programa educativo coherente o intencional. Los aprendizajes públicos pueden ser fragmentarios, contradictorios y difíciles de localizar en una única institución. Sin embargo, su repetición contribuye a estabilizar ciertos supuestos hasta convertirlos en sentido común. Estas ideas se presentan menos como posiciones políticas discutibles que como descripciones objetivas del funcionamiento del mundo.

La Síntesis Transhumanista constituye una pedagogía pública porque produce aprendizajes sociales acerca de la relación entre tecnología, progreso y futuro. No es necesario que una persona se identifique como transhumanista ni que conozca las obras de More, Bostrom o Kurzweil para incorporar sus presupuestos fundamentales. Sus ideas

se normalizan a través del lenguaje de la innovación, la disrupción, la optimización y la transformación digital.

En este sentido, el transhumanismo funciona como un imaginario sociotécnico cuya eficacia depende de su circulación pedagógica. Los imaginarios sociotécnicos vinculan determinadas trayectorias de innovación con representaciones del orden social deseable (Jasanoff & Kim, 2015). Sin embargo, estas representaciones sólo adquieren fuerza cuando son transformadas en expectativas compartidas. Sadowski y Bendor (2019) muestran este proceso en relación con las narrativas corporativas de las ciudades inteligentes. Las empresas construyen una representación de la ciudad en la que los principales problemas sociales aparecen como problemas de información, coordinación y eficiencia, susceptibles de ser resueltos mediante tecnologías digitales. De manera similar, las narrativas transhumanistas convierten la vulnerabilidad, el envejecimiento, las limitaciones cognitivas y la dependencia corporal en problemas técnicos para los cuales las industrias de mejoramiento ofrecen soluciones.

La pedagogía transhumanista enseña que determinados problemas admiten soluciones tecnológicas y, al mismo tiempo, establece quién posee la autoridad para definirlos. En el imaginario de Silicon Valley, el empresario tecnológico aparece como una figura capaz de reconocer oportunidades que las instituciones públicas y la ciudadanía todavía no comprenden. Su legitimidad no proviene de la representación democrática ni de una competencia pública sobre las finalidades colectivas, sino de su capacidad para anticipar mercados, atraer inversiones y convertir proyectos experimentales en infraestructuras de uso generalizado. Esta representación confiere a los empresarios una función cuasipolítica sin someterlos a las obligaciones y mecanismos de rendición de cuentas propios de las instituciones políticas.

La primera enseñanza fundamental de esta pedagogía, como hemos visto, es la inevitabilidad tecnológica. Las transformaciones técnicas se presentan como procesos autónomos que continuarán independientemente de las decisiones sociales. Esta inversión corresponde a lo que el filósofo italiano Agostino Cera ha denominado *Tecnoceno* (2017): una configuración histórica en la que la tecnología deja de aparecer como objeto de la acción humana y pasa a ocupar el lugar de sujeto de la historia, dotado de una dinámica propia que reorganiza las condiciones de la existencia. Expresiones como “la inteligencia artificial cambiará todos los empleos”, “la automatización no puede detenerse” o “la integración entre humanos y máquinas es inevitable” convierten

escenarios contingentes en destinos históricos. Las decisiones sobre inversión, regulación y diseño desaparecen detrás de una supuesta lógica interna del progreso.

La retórica de la inevitabilidad también redistribuye responsabilidades. Los actores que financian, diseñan y comercializan sistemas tecnológicos pueden presentarse como agentes de un proceso que no controlan por completo. Las consecuencias laborales, ambientales o sociales aparecen entonces como efectos impersonales de la evolución tecnológica, y la sociedad debe adaptarse a estas.

La segunda enseñanza es la identificación entre innovación y mercado. La capacidad de una tecnología para atraer capital, generar beneficios o expandirse rápidamente se interpreta como evidencia de su valor social. Los proyectos empresariales exitosos adquieren una legitimidad retrospectiva: si lograron imponerse, se supone que respondían a una necesidad o que constituían una etapa necesaria del progreso.

La tercera enseñanza es la centralidad de la adaptación individual. Ante transformaciones presentadas como inevitables, la responsabilidad se desplaza hacia los sujetos. Cada persona debe autogestionarse y actualizarse, mantener su productividad y desarrollar la flexibilidad necesaria para permanecer competitivo. La precariedad laboral, la aceleración y la obsolescencia de competencias se transforman en problemas de preparación personal. Este modelo reproduce la subjetividad neoliberal analizada por Giroux (2004b): el individuo es concebido como responsable de maximizar su propio valor y administrar los riesgos de su trayectoria. La vulnerabilidad social tiende a reinterpretarse como falta de iniciativa, formación o capacidad adaptativa. En lugar de interrogar las estructuras que generan inseguridad, se exige que cada sujeto se convierta en empresario de sí mismo. El transhumanismo lleva esta lógica hasta sus consecuencias biológicas.

La pedagogía de la autooptimización circula de manera particularmente intensa en las plataformas digitales. Las redes sociales, las aplicaciones de salud, los sistemas de seguimiento personal y los contenidos sobre productividad convierten la vida cotidiana en un conjunto de variables mensurables: horas de sueño, pasos, calorías, concentración, rendimiento, visibilidad o capacidad de interacción. El sujeto aprende a observarse a través de indicadores y a interpretar su existencia como un proyecto permanente de mejora. Esta pedagogía se encuentra incorporada en las arquitecturas de las plataformas, cuyos modelos algorítmicos extraen datos, distribuyen visibilidad e imponen categorías mediante las cuales los sujetos aprenden a interpretarse (Couldry & Mejias, 2019;

Ricaurte, 2019; Srnicek, 2017); sus implicaciones extractivas y coloniales se examinarán en la siguiente sección.

La cuarta enseñanza de la pedagogía transhumanista es la existencia de un futuro tecnológico único. Las narrativas de la singularidad, la automatización total o la superación de la biología suelen presentar una trayectoria universal para la humanidad. Las diferencias culturales, territoriales y económicas aparecen como variaciones temporales dentro de un mismo proceso: algunas sociedades se encontrarían simplemente más avanzadas que otras. Esta concepción temporal reproduce una jerarquía entre centros productores de innovación y regiones representadas como retrasadas. El futuro se origina en determinados polos tecnológicos y se difunde hacia el resto del mundo. Las sociedades del Sur Global son evaluadas según su capacidad para adoptar modelos, infraestructuras y prioridades producidos en otros contextos. La diferencia se interpreta como atraso, y la dependencia como una etapa transitoria del desarrollo.

En este marco, el transhumanismo puede operar sin organizaciones transhumanistas fuertes ni una adhesión explícita a sus doctrinas. Se manifiesta como una estructura de expectativas. Las tecnologías emergentes se presentan como el horizonte inevitable del desarrollo, mientras las políticas públicas se concentran en facilitar su recepción. La región aparece como usuaria, mercado, proveedora de recursos o fuente de datos, más que como espacio capaz de formular finalidades tecnológicas propias.

Podemos describir esta pedagogía como un *currículo oculto del futuro*. En el sentido amplio desarrollado por los estudios críticos del currículo, los procesos educativos transmiten valores y jerarquías que exceden sus contenidos explícitos (Apple, 2004). Del mismo modo, los discursos públicos sobre innovación comunican supuestos acerca de la autoridad, el progreso, la competencia y la responsabilidad sin formularlos necesariamente como principios normativos. La oposición relevante no se establece, por tanto, entre personas favorables y contrarias a la tecnología. Esa dicotomía constituye uno de los productos de la propia pedagogía de la innovación, porque reduce cualquier discusión sobre las finalidades del desarrollo técnico a una confrontación entre progreso y resistencia. La cuestión central es quién puede intervenir en la definición de los problemas, los criterios de diseño y la distribución de riesgos y beneficios.

Una pedagogía tecnológica democrática debería hacer visibles las decisiones que la narrativa de la inevitabilidad oculta. Tendría que mostrar que las tecnologías no siguen

una única trayectoria predeterminada, sino que resultan de elecciones sobre financiación, infraestructura, estándares, regulación y propiedad. También debería revelar que la innovación siempre implica una selección entre problemas, valores y formas de vida posibles.

Este reconocimiento prepara el terreno para una concepción crítica de la Educación Tecnológica. Si la Síntesis Transhumanista enseña a aceptar el futuro como un proceso ya definido, la Educación Tecnológica debe enseñar a reconocer su contingencia. Si aquella convierte a la ciudadanía en consumidora y usuaria, esta debe formar capacidades para la deliberación y la intervención. Y si el imaginario transhumanista borra las diferencias geopolíticas bajo el sujeto abstracto de la humanidad, una perspectiva latinoamericana debe reconstruir las relaciones materiales de dependencia, extracción y desigualdad sobre las que se apoyan sus promesas universales.

4. Dependencia tecnológica y extractivismo en América Latina

La pedagogía pública del transhumanismo debe situarse en la larga historia de relaciones extractivistas que han estructurado los vínculos entre el Norte y el Sur Global. Las promesas de inteligencia aumentada, longevidad o integración entre organismos y máquinas suelen concentrarse en los futuros beneficiarios de esas innovaciones, dejando en segundo plano las infraestructuras, los recursos, los datos, los cuerpos y el trabajo que hacen posible su desarrollo. El universalismo transhumanista oculta así una distribución desigual de capacidades: mientras los centros de investigación, las patentes, las plataformas y el capital se concentran en un número reducido de países y corporaciones, las regiones periféricas participan como proveedoras de materias primas, territorios de experimentación, fuentes de datos, mercados y reservas de trabajo precarizado.

Antes de convertirse en una tecnología accesible para ciertos individuos, el mejoramiento ya presupone una organización transnacional del conocimiento, la propiedad y la extracción. A continuación se distinguen seis vectores interrelacionados de esta economía política: la dependencia tecnológica, el colonialismo digital, el bioextractivismo, la apropiación cognitiva, la explotación material y laboral, y la reducción de la justicia tecnológica al acceso.

4.1. Dependencia tecnológica y orientación de la innovación

La dependencia tecnológica no consiste solamente en importar artefactos, sino también en quedar subordinado a estándares, patentes, infraestructuras, licencias y agendas de

investigación definidos en otros contextos. Un país puede incorporar tecnologías avanzadas y carecer, al mismo tiempo, de capacidad para auditarlas, modificarlas o decidir sus finalidades. Herrera (1973) mostró que la política científica explícita (planes, instituciones y declaraciones de autonomía) puede contradecir una política implícita determinada por el modelo productivo y la posición del país en la división internacional del trabajo. Varsavsky (1969), por su parte, cuestionó la neutralidad de las agendas científicas: elegir problemas, criterios de excelencia y prioridades de inversión supone siempre optar por un proyecto social. La soberanía tecnológica no equivale, por tanto, a la autosuficiencia ni a la simple posesión de artefactos, sino a la capacidad colectiva para comprender las dependencias, negociar sus condiciones y orientar las infraestructuras hacia prioridades democráticamente definidas.

4.2. Colonialismo digital y extracción de datos

La economía de plataformas configura una modalidad específica de extracción. Los datos producidos por búsquedas, desplazamientos, interacciones y consumos se convierten en insumos para entrenar algoritmos, predecir conductas y consolidar posiciones monopólicas. Srnicek (2017) denomina capitalismo de plataformas a este modelo de intermediación basado en la acumulación de datos. Kwet (2019) lo interpreta como colonialismo digital, en la medida en que corporaciones extranjeras controlan software, infraestructuras y flujos de información capaces de imponer estándares y reorganizar instituciones desde el exterior. Couldry y Mejias (2019) amplían el diagnóstico al hablar de colonialismo de datos: la vida humana es tratada como una reserva legítimamente disponible para la extracción y la acumulación.

Esta estructura resulta constitutiva de muchas promesas transhumanistas. La personalización médica, la optimización cognitiva y la predicción de enfermedades requieren una captura creciente de información biológica y conductual. Las poblaciones del Sur pueden contribuir al perfeccionamiento de sistemas cuyos beneficios y propiedad intelectual se concentran en otras regiones. Además, la extracción posee una dimensión epistemológica: los algoritmos clasifican a las personas de acuerdo con categorías y objetivos incorporados en su diseño. Como sostiene Ricaurte (2019), la dataficación puede reproducir la colonialidad al imponer formas de conocer y ordenar el mundo, volviendo marginal aquello que no puede cuantificarse o no responde a los modelos dominantes.

4.3. Bioextractivismo y cuerpos experimentales

El bioextractivismo comprende la apropiación de recursos genéticos, materiales biológicos, conocimientos y capacidades corporales para integrarlos en circuitos de valorización científica y económica. Shiva (1997) mostró cómo la biotecnología puede convertir semillas y saberes agrícolas desarrollados colectivamente en propiedad patentada, presentando como innovación empresarial aquello que depende de conocimientos históricos y comunitarios. Una dinámica análoga se produce cuando muestras genéticas de poblaciones indígenas o subrepresentadas alimentan bases biomédicas y productos comerciales a los que esas mismas comunidades quizá no puedan acceder.

La internacionalización de los ensayos clínicos constituye otro ejemplo. Las compañías pueden trasladar investigaciones hacia países con menores costos, abundancia de participantes y regulaciones más débiles o desigualmente aplicadas, distribuyendo globalmente los riesgos mientras concentran la propiedad intelectual y los beneficios (Kamat, 2014; Petryna, 2009). América Latina puede obtener conocimientos, capacidades institucionales y acceso temprano a tratamientos, pero también quedar subordinada a prioridades fijadas por patrocinadores externos (Homedes & Ugalde, 2014). Las promesas de longevidad y modificación genética intensifican este problema: el imaginario futurista privilegia a quienes recibirán las intervenciones y vuelve invisibles a quienes aportan muestras, datos o exposición experimental.

4.4. Extractivismo cognitivo y apropiación de saberes

La extracción alcanza igualmente a los conocimientos y las producciones culturales. El extractivismo cognitivo separa saberes locales e indígenas de sus contextos, los convierte en información disponible y los incorpora a regímenes externos de validación y propiedad. Rivera Cusicanqui (2010) advierte que las instituciones pueden apropiarse de lenguajes y saberes decoloniales sin modificar las jerarquías que determinan quién obtiene reconocimiento y autoridad. Connell (2007) observa una división semejante en la producción global de conocimiento: los centros del Norte elaboran teorías, mientras las sociedades del Sur son tratadas como fuentes de datos o casos de aplicación.

Los sistemas de inteligencia artificial amplían esta dinámica al incorporar textos, imágenes y expresiones culturales como datos de entrenamiento, sin participación equivalente de sus autores o comunidades en las decisiones y beneficios. La dependencia se reproduce entonces en las soluciones importadas, pero también en la definición de las preguntas y prioridades tecnológicas.

4.5. Trabajo, recursos y costos ambientales

La retórica de lo digital suele ocultar la materialidad de sus sistemas. La inteligencia artificial y las plataformas requieren centros de datos, energía, agua, minerales, dispositivos y cadenas logísticas, además de trabajo humano para clasificar información, moderar contenidos y corregir resultados. La apariencia de automatización descansa con frecuencia sobre tareas precarizadas y tercerizadas hacia regiones de menores salarios. De manera paralela, la extracción de minerales, el consumo energético y los residuos electrónicos desplazan costos ambientales hacia territorios que no concentran necesariamente los beneficios de la innovación.

El transhumanismo radicaliza esta tensión al proyectar una expansión continua de implantes, dispositivos, cómputo y seguimiento biológico, mientras trata los límites ecológicos como problemas que futuras innovaciones resolverán. Como señala Le Dévédec (2018), esta lógica *despolitiza la perfectibilidad*: las crisis producidas por determinadas instituciones y modelos económicos se reinterpretan como prueba de que debe rediseñarse técnicamente al ser humano.

4.6. De la brecha de acceso a la justicia sociotécnica

Estos vectores muestran que la desigualdad tecnológica no puede reducirse a una brecha de acceso. La conectividad y la disponibilidad de tecnologías son indispensables, pero una sociedad puede acceder ampliamente a plataformas o sistemas médicos y continuar subordinada a infraestructuras opacas, propiedad concentrada y agendas externas. La pregunta relevante no es sólo quién recibe una tecnología, sino quién define sus objetivos, participa en su diseño, asume sus riesgos y posee la capacidad de modificarla o rechazarla.

La justicia sociotécnica comprende, por ello, distribución, participación, reconocimiento epistemológico y control sobre las infraestructuras. Desde América Latina, esto exige evitar tanto la adopción pasiva de trayectorias dominantes como una oposición abstracta a la innovación. El desafío consiste en construir capacidades para seleccionar, adaptar y orientar tecnologías desde prioridades situadas. Frente a las capacidades extraordinarias prometidas por el transhumanismo, es necesario reconstruir las relaciones ordinarias que las sostienen: los territorios, cuerpos, datos y trabajos sobre los cuales se edifica el futuro mejorado. Esta reconstrucción proporciona el punto de partida para una Educación Tecnológica orientada a la ciudadanía y la soberanía.

5. Educación Tecnológica, ciudadanía y soberanía: hacia futuros sociotécnicos plurales

El diagnóstico precedente sitúa a la Educación Tecnológica frente a una tarea que excede la capacitación para el uso de herramientas o artefactos. Si el transhumanismo contemporáneo funciona como una pedagogía pública que naturaliza la inevitabilidad tecnológica, la competencia mercantil y la adaptación individual, la educación debe proporcionar recursos para reconocer y cuestionar esos aprendizajes. Esto supone comprender que la tecnología no constituye un ámbito separado de la política, sino uno de los espacios en los que se decide la distribución de capacidades, riesgos, recursos y formas de participación social.

La alfabetización tecnológica no puede reducirse, por tanto, al dominio de competencias instrumentales. Dakers (2006) sostiene que requiere una comprensión más amplia de las relaciones entre tecnología, cultura, conocimiento y acción humana. En un sentido semejante, la tradición argentina de la Educación Tecnológica ha recurrido al análisis de productos y al enfoque sistémico para estudiar los objetos técnicos en relación con sus funciones, materiales, procesos de fabricación, condiciones de uso y contextos históricos (Gay & Ferreras, 1997; Marpegán, 2021).

La complejidad de las tecnologías contemporáneas exige ampliar estas herramientas. Una plataforma digital, un modelo de inteligencia artificial o una tecnología genética combina infraestructuras materiales, código, instituciones, normas jurídicas, cadenas laborales, datos, modelos de negocio y discursos legitimadores. La unidad de análisis debe ser, en consecuencia, el sistema sociotécnico. Sobre esta base, pueden distinguirse cuatro tareas para una Educación Tecnológica orientada a la ciudadanía: desnaturalizar las trayectorias dominantes y reconstruir los sistemas que las sostienen; analizar la distribución del poder y las prioridades de la innovación; preparar para la deliberación sociotécnica; y contribuir a la construcción de soberanía y futuros situados.

5.1. Desnaturalizar las trayectorias tecnológicas y reconstruir los sistemas sociotécnicos

La primera tarea consiste en mostrar que las trayectorias tecnológicas son contingentes. Esto no significa negar que ciertos desarrollos posean una inercia considerable ni desconocer la desigual distribución de la capacidad decisoria. Significa reconocer que esa inercia es producida por inversiones, regulaciones, infraestructuras, instituciones y

relaciones de poder. La tecnología no avanza por una vía única determinada exclusivamente por la eficiencia o el conocimiento científico.

La pedagogía transhumanista presenta ciertas tecnologías como etapas inevitables de una evolución que ya se encuentra en marcha. Dentro de este marco, la ciudadanía sólo puede prepararse para su llegada: adquirir competencias para los empleos futuros, acelerar la digitalización institucional o impedir que un país quede rezagado en la competencia internacional. Una Educación Tecnológica crítica debe formular preguntas anteriores: ¿por qué se financian ciertos desarrollos y no otros?, ¿qué actores determinan las prioridades?, ¿qué regulaciones e infraestructuras favorecen una trayectoria determinada?, ¿qué alternativas han sido descartadas? Estas preguntas convierten aquello que se presenta como destino en objeto de investigación y deliberación. Feenberg (2002) rechaza tanto el determinismo tecnológico como la concepción instrumental según la cual la tecnología sería una herramienta neutral disponible para cualquier finalidad. Los sistemas técnicos incorporan valores sociales en sus diseños, criterios de eficiencia y modos de organización. Precisamente por ello pueden ser reinterpretados, modificados y democratizados.

La enseñanza puede hacer visible esta contingencia mediante comparaciones históricas, análisis de controversias y reconstrucciones de procesos de diseño. La forma actual de una plataforma, una red de transporte o un sistema energético no era la única técnicamente posible. En su desarrollo se enfrentaron distintos intereses, modelos de propiedad y concepciones del usuario. Comprender su historia permite reconocer que la tecnología ha sido objeto de decisiones y que, por tanto, puede adoptar otras configuraciones.

Desnaturalizar las trayectorias exige también reconstruir las relaciones que las representaciones habituales de la tecnología tienden a ocultar. Frente a un artefacto o servicio, la Educación Tecnológica puede preguntar de qué recursos depende, quiénes participan en su producción, qué conocimientos incorpora, qué información recopila, quién controla sus infraestructuras y qué efectos produce. El objetivo no es atribuir una responsabilidad moral individual a los usuarios, sino hacer visibles las condiciones institucionales dentro de las cuales se realizan las elecciones.

Esta reconstrucción modifica, además, el significado de la innovación. Innovar no consiste necesariamente en acelerar la introducción de novedades. Puede implicar conservar una tecnología eficaz, reparar infraestructuras, simplificar un sistema, adaptar

conocimientos existentes o rechazar una solución que genera dependencias injustificadas. La innovación debe evaluarse en función de sus finalidades y consecuencias sociales, no solamente por su novedad, escalabilidad o potencial comercial.

5.2. Justicia, distribución y prioridades tecnológicas

La segunda tarea consiste en analizar cómo los sistemas tecnológicos distribuyen beneficios, riesgos y poder decisorio. La *justicia tecnológica* suele plantearse una vez que la innovación ya ha sido desarrollada: se debate cómo ampliar su acceso o evitar que ciertos grupos queden excluidos. Aunque este problema es fundamental, llega demasiado tarde si no se examinan las decisiones previas que determinaron qué tecnología debía producirse, qué problema debía resolver y para qué población.

La selección de una agenda de investigación ya distribuye recursos y oportunidades. Financiar tecnologías de longevidad destinadas inicialmente a sectores de altos ingresos, por ejemplo, implica no orientar esos mismos recursos hacia otras necesidades sanitarias. El desarrollo tecnológico siempre establece prioridades, incluso cuando estas se presentan como resultados espontáneos de la competencia y el mercado. La Educación Tecnológica debe enseñar a formular preguntas distributivas desde las primeras etapas del proceso: ¿quién define el problema?, ¿quién participa en el diseño?, ¿quién recibe los beneficios?, ¿quién asume los riesgos?, ¿quién puede auditar, modificar o interrumpir el sistema? Estas preguntas desplazan la atención desde la distribución final de productos hacia la distribución del poder para determinar qué productos deben existir.

La noción de ciudadanía tecnológica desarrollada por Frankenfeld (1992) ofrece un marco normativo para esta ampliación. La vida en sociedades tecnificadas exige derechos y capacidades que permitan intervenir en las decisiones que afectan los entornos comunes. La ciudadanía no puede limitarse a recibir protección frente a riesgos ya producidos, sino que debe incluir la participación en la definición de las finalidades y condiciones del desarrollo técnico.

El acceso constituye, por tanto, una dimensión necesaria pero insuficiente de la justicia sociotécnica. También se requieren representación de los grupos afectados, transparencia, reconocimiento de saberes diversos, posibilidad de impugnar decisiones y capacidad para proponer alternativas. Una distribución equitativa de productos no compensa necesariamente una distribución desigual del poder de diseño.

Este marco permite también distinguir entre necesidad social y novedad mercantil. El éxito comercial de una tecnología no demuestra que responda a una necesidad prioritaria, del mismo modo que la ausencia de rentabilidad no convierte un problema social en irrelevante. El transhumanismo concentra la imaginación en intervenciones extraordinarias mientras puede relegar necesidades vinculadas con el saneamiento, la vivienda, la accesibilidad, el transporte público o la prevención sanitaria. Una tecnología que amplía la memoria de un individuo y una infraestructura que reduce la contaminación del agua mejoran capacidades humanas de maneras diferentes. La primera modifica directamente el organismo; la segunda transforma el entorno social y material. Reducir el mejoramiento a la intervención corporal excluye la dimensión relacional de las capacidades humanas: la educación, la nutrición, el descanso, la seguridad y los vínculos sociales también condicionan profundamente lo que una persona puede hacer y llegar a ser.

Esta perspectiva permite recuperar la dimensión política de la perfectibilidad. También cuestiona una concepción de la autonomía reducida a la posibilidad de comprar o rechazar tecnologías. Una elección puede ser formalmente voluntaria y, al mismo tiempo, estar condicionada por entornos competitivos. Si ciertos mejoramientos proporcionaran ventajas laborales decisivas, la negativa a utilizarlos podría convertirse en una causa de exclusión. La Educación Tecnológica debe examinar tanto las opciones individuales como las presiones estructurales que organizan esas opciones.

La cuestión resulta especialmente relevante en América Latina. La región puede recibir tecnologías desarrolladas en otros lugares sin participar en la formulación de los problemas que pretenden resolver. La inclusión como mercado, fuente de datos o espacio de aplicación no equivale a la participación como agente colectivo. Una ciudadanía tecnológica regional requiere intervenir en la investigación, la selección de prioridades y la evaluación de sistemas, y no únicamente negociar sus condiciones de adopción.

5.3. Deliberación, controversias y democracia técnica

La tercera tarea es formar capacidades para participar en controversias sociotécnicas. Las decisiones sobre tecnologías complejas suelen presentarse como asuntos reservados a especialistas. La ciudadanía queda situada entre dos posiciones igualmente limitadas: aceptar la autoridad técnica o expresar temores supuestamente carentes de fundamento científico. El conocimiento experto es indispensable, pero no determina por sí solo las finalidades sociales. Los especialistas pueden evaluar la eficacia de un procedimiento o

estimar algunos de sus riesgos, pero esas evaluaciones no responden automáticamente si su objetivo es justo, qué nivel de incertidumbre resulta aceptable o cómo deben distribuirse sus beneficios y perjuicios. Estas cuestiones requieren conocimientos científicos y técnicos, pero también deliberación política.

Jasanoff (2003) propone desarrollar “tecnologías de la humildad”: procedimientos institucionales capaces de reconocer la incertidumbre y formular preguntas que los modelos convencionales de expertos tienden a excluir. Entre ellas se encuentran quiénes serán afectados, qué vulnerabilidades existen, qué alternativas no han sido consideradas y cómo deben responder las instituciones frente a consecuencias imprevistas. La humildad no supone abandonar la ciencia, sino reconocer los límites de la predicción y la necesidad de incorporar experiencias y perspectivas diversas.

Callon et al. (2009) emplean la noción de *democracia técnica* para describir procesos en los que especialistas, ciudadanos y grupos afectados colaboran en la definición de los problemas. Las controversias no constituyen simples obstáculos para la innovación: pueden revelar dimensiones desatendidas, cuestionar las categorías iniciales y producir formas más robustas de conocimiento.

La Educación Tecnológica puede preparar para esta participación mediante el análisis de controversias concretas: reconocimiento facial, automatización laboral, utilización de datos genéticos, edición embrionaria o inteligencia artificial educativa. El objetivo no debería ser alcanzar una respuesta uniforme, sino aprender a identificar actores, intereses, evidencias, incertidumbres, conflictos normativos y alternativas de diseño.

Este enfoque debe evitar tanto el tecnocratismo como un relativismo indiferente a la evidencia. Las afirmaciones empíricas pueden estar mejor o peor fundamentadas, pero la evidencia no elimina por sí sola los desacuerdos sobre los fines colectivos. La formación para la controversia convierte el desacuerdo en una capacidad ciudadana y permite preguntar bajo qué condiciones una innovación puede considerarse legítima, reparable, controlable y compatible con valores democráticos.

5.4. Soberanía tecnológica y futuros situados

Las capacidades anteriores convergen en el problema de la *soberanía tecnológica*. El concepto puede referirse al control estatal de infraestructuras, la protección de capacidades industriales, la autonomía de comunidades o la construcción de sistemas digitales descentralizados. Couture y Toupin (2019) muestran que no existe una única

definición de soberanía digital, dado que distintos actores la vinculan con proyectos políticos diferentes.

En el contexto latinoamericano, la soberanía tecnológica no debería entenderse como autosuficiencia absoluta ni como aislamiento. Ninguna sociedad contemporánea puede producir autónomamente todos los componentes de sus sistemas técnicos. La soberanía consiste en poseer capacidades suficientes para comprender las dependencias, negociar sus condiciones, desarrollar alternativas y decidir colectivamente qué conocimientos e infraestructuras resultan estratégicos. Esto requiere políticas científicas e industriales, inversión pública e instituciones de regulación. Requiere también una cultura tecnológica democrática. Una sociedad difícilmente puede ejercer soberanía sobre sistemas que su ciudadanía percibe como cajas negras inevitables. La Educación Tecnológica contribuye a crear las condiciones culturales de la autonomía al formar personas capaces de comprender, cuestionar y participar en la orientación de esos sistemas (Marpegán, 2021).

La soberanía tampoco puede reducirse al reemplazo de empresas extranjeras por actores nacionales. Una tecnología desarrollada localmente puede reproducir formas igualmente extractivas, centralizadas o excluyentes. La cuestión decisiva es qué relaciones sociales incorpora, qué derechos garantiza, qué dependencias produce y qué mecanismos de control permite.

El proyecto Cybersyn, desarrollado durante el gobierno de Salvador Allende en Chile, ofrece un ejemplo histórico de cómo una tecnología avanzada puede inscribirse en un imaginario político distinto. Medina (2011) muestra que el proyecto buscó utilizar la cibernética para coordinar la economía nacionalizada y experimentó con formas de comunicación entre trabajadores, empresas y gobierno. Aunque no estuvo libre de tensiones ni constituye un modelo directamente trasladable al presente, demuestra que las tecnologías informacionales no conducen necesariamente hacia el individualismo, la privatización o el control corporativo.

La función educativa de estos contraejemplos es abrir el futuro. Frente al relato que identifica la innovación con Silicon Valley, permiten recuperar experiencias regionales, tecnologías sociales, sistemas cooperativos y formas comunitarias de conocimiento. La pluralidad de futuros no consiste en añadir diversidad cultural a una trayectoria técnica ya establecida, sino en reconocer que diferentes valores y proyectos sociales pueden generar diseños, prioridades y relaciones tecnológicas distintas.

La Educación Tecnológica no puede resolver por sí sola la concentración económica ni la dependencia científica. Atribuirle esa función reproduciría el solucionismo criticado en este artículo. Puede, sin embargo, contribuir a formar las capacidades necesarias para comprender y disputar la orientación de los sistemas técnicos. Su tarea no es adaptar a la ciudadanía a un futuro previamente decidido, sino prepararla para participar en su construcción.

6. Conclusión: De la adaptación a la intervención

La Educación Tecnológica no puede resolver por sí sola la concentración económica, la dependencia científica o el poder de las plataformas. Presentarla como solución suficiente reproduciría el mismo solucionismo que este artículo cuestiona. La transformación de los sistemas técnicos requiere políticas industriales, regulación, inversión pública, instituciones científicas y mecanismos efectivos de participación. Sin embargo, ninguna de estas medidas puede sostenerse sin capacidades sociales para comprender y disputar la orientación tecnológica. La diferencia central puede formularse como una oposición entre educación para la adaptación y educación para la intervención. La primera supone que el futuro ya ha sido definido y que la función educativa consiste en preparar individuos capaces de responder a sus exigencias. La segunda reconoce que el futuro permanece abierto, aunque las posibilidades de configurarlo estén distribuidas de manera desigual. Educar para la intervención significa formar sujetos capaces de reconocer que toda tecnología incorpora elecciones; reconstruir las infraestructuras y relaciones que la sostienen; evaluar la distribución de sus beneficios y daños; y participar en la formulación de alternativas. No busca producir especialistas en todas las áreas, sino ciudadanos capaces de dialogar con los conocimientos expertos sin renunciar a la discusión sobre las finalidades colectivas.

Desde esta perspectiva, la respuesta educativa al transhumanismo no consiste en rechazar el mejoramiento humano. La oposición entre tecnofilia y tecnofobia resulta insuficiente. Las tecnologías pueden aliviar sufrimientos, ampliar capacidades y crear formas valiosas de autonomía. La cuestión es bajo qué condiciones, para quiénes y de acuerdo con qué concepción del bienestar se desarrollan.

El transhumanismo de Silicon Valley responde a estas preguntas mediante una combinación de universalismo abstracto, inevitabilidad tecnológica y selección mercantil. Habla en nombre de la humanidad, pero atribuye a empresas e inversores una autoridad

privilegiada sobre su futuro. Promete superar las limitaciones humanas, mientras deja fuera de discusión las estructuras económicas y geopolíticas que convierten ciertas vulnerabilidades en fuentes de beneficio. Desde América Latina, la pregunta “¿mejorar a quién?” revela estas asimetrías. Obliga a considerar no sólo quién accederá eventualmente a las tecnologías, sino también quién proporciona los datos, los cuerpos, el trabajo, los recursos y los territorios necesarios para producirlas. La liberación tecnológica de algunos puede sostenerse sobre nuevas formas de extracción y dependencia para otros. Una Educación Tecnológica crítica debe hacer visibles estas conexiones. Su tarea no es preparar consumidores para recibir innovaciones producidas en otros lugares, sino formar una ciudadanía capaz de participar en la construcción de prioridades tecnológicas propias. Esto requiere abandonar la idea de un futuro único al que todas las sociedades deben incorporarse y reconocer la existencia de múltiples trayectorias sociotécnicas posibles.

El desafío no consiste en decidir de una vez y para siempre qué significa “mejorar” al ser humano. Consiste en construir instituciones y capacidades que permitan discutir colectivamente esa pregunta. Sólo entonces el futuro tecnológico podrá dejar de ser una promesa administrada por actores privados y convertirse en un asunto de ciudadanía democrática.

Referencias

- Apple, M. W. (2004). *Ideology and curriculum* (3rd ed.). RoutledgeFalmer.
- Bostrom, N. (2003). Astronomical waste: The opportunity cost of delayed technological development. *Utilitas*, 15(3), 308–314. <https://doi.org/10.1017/S0953820800004076>
- Bostrom, N. (2005a). A history of transhumanist thought. *Journal of Evolution and Technology*, 14(1), 1–25. <https://www.jetpress.org/volume14/bostrom.html>
- Bostrom, N. (2005b). In defense of posthuman dignity. *Bioethics*, 19(3), 202–214. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2005.00437.x>
- Bostrom, N. (2013). Existential risk prevention as global priority. *Global Policy*, 4(1), 15–31. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12002>
- Bostrom, N., & Savulescu, J. (2009). Introduction: Human enhancement ethics: The state of the debate. In J. Savulescu & N. Bostrom (Eds.), *Human enhancement* (pp. 1–22). Oxford University Press.

- Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2009). *Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy* (G. Burchell, Trans.). MIT Press. (Original work published 2001)
- Cera, A. (2017). The Technocene or technology as (neo)environment. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 21(2–3), 243–281. <https://doi.org/10.5840/techne201710472>
- Connell, R. (2007). *Southern theory: The global dynamics of knowledge in social science*. Polity.
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press.
- Couture, S., & Toupin, S. (2019). What does the notion of “sovereignty” mean when referring to the digital? *New Media & Society*, 21(10), 2305–2322. <https://doi.org/10.1177/1461444819865984>
- Dakers, J. R. (Ed.). (2006). *Defining technological literacy: Towards an epistemological framework*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781403983053>
- de Grey, A. D. N. J., & Rae, M. (2007). *Ending aging: The rejuvenation breakthroughs that could reverse human aging in our lifetime*. St. Martin's Press.
- Feenberg, A. (2002). *Transforming technology: A critical theory revisited* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Frankenfeld, P. J. (1992). Technological citizenship: A normative framework for risk studies. *Science, Technology, & Human Values*, 17(4), 459–484. <https://doi.org/10.1177/016224399201700403>
- Fuller, S., & Lipińska, V. (2014). *The proactionary imperative: A foundation for transhumanism*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137302922>
- Gay, A., & Ferreras, M. A. (1997). *La educación tecnológica: Aportes para su implementación*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Programa Prociencia-CONICET.
- Giroux, H. A. (2004a). Cultural studies, public pedagogy, and the responsibility of intellectuals. *Communication and Critical/Cultural Studies*, 1(1), 59–79. <https://doi.org/10.1080/1479142042000180926>

- Giroux, H. A. (2004b). Public pedagogy and the politics of neo-liberalism: Making the political more pedagogical. *Policy Futures in Education*, 2(3–4), 494–503. <https://doi.org/10.2304/pfie.2004.2.3.5>
- Greaves, H., & MacAskill, W. (2021). *The case for strong longtermism* (GPI Working Paper No. 5-2021). Global Priorities Institute, University of Oxford. <https://www.globalprioritiesinstitute.org/wp-content/uploads/The-Case-for-Strong-Longtermism-GPI-Working-Paper-June-2021-2-2.pdf>
- Herrera, A. O. (1973). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política científica explícita y política científica implícita. *Desarrollo Económico*, 13(49), 113–134. <https://doi.org/10.2307/3466245>
- Homedes, N., & Ugalde, A. (Eds.). (2014). *Clinical trials in Latin America: Where ethics and business clash*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01363-3>
- Huxley, J. (1957). *New bottles for new wine*. Chatto & Windus.
- Jasanoff, S. (2003). Technologies of humility: Citizen participation in governing science. *Minerva*, 41(3), 223–244. <https://doi.org/10.1023/A:1025557512320>
- Jasanoff, S., & Kim, S.-H. (Eds.). (2015). *Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. University of Chicago Press.
- Kamat, V. R. (2014). Fast, cheap, and out of control? Speculations and ethical concerns in the conduct of outsourced clinical trials in India. *Social Science & Medicine*, 104, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.12.008>
- Kurzweil, R. (1999). *The age of spiritual machines: When computers exceed human intelligence*. Viking.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Viking.
- Kwet, M. (2019). Digital colonialism: US empire and the new imperialism in the Global South. *Race & Class*, 60(4), 3–26. <https://doi.org/10.1177/0306396818823172>
- Le Dévédec, N. (2018). Unfit for the future? The depoliticization of human perfectibility, from the Enlightenment to transhumanism. *European Journal of Social Theory*, 21(4), 488–507. <https://doi.org/10.1177/1368431017750974>

- Leliwa, S. y Marpegán, C. (2020). *Tecnología y educación. Aquí, allá y más allá. Un futuro que es presente*. Córdoba: Brujas.
- MacAskill, W. (2022). *What we owe the future*. Basic Books.
- Medina, E. (2011). *Cybernetic revolutionaries: Technology and politics in Allende's Chile*. MIT Press.
- Marpegán, C. (2021), *Glosario de la Educación Tecnológica*, Bariloche: Ediciones Patagonia Escrita. Versión digital: <https://www.carlosmarpegan.com/>
- More, M. (1990). Transhumanism: Towards a futurist philosophy. *Extropy*, 6, 6–12.
- More, M. (2013). The proactionary principle: Optimizing technological outcomes. In M. More & N. Vita-More (Eds.), *The transhumanist reader: Classical and contemporary essays on the science, technology, and philosophy of the human future* (pp. 258–267). Wiley-Blackwell.
- Ord, T. (2020). *The precipice: Existential risk and the future of humanity*. Bloomsbury.
- Petryna, A. (2009). *When experiments travel: Clinical trials and the global search for human subjects*. Princeton University Press.
- Regis, E. (1994, October 1). Meet the Extropians. *Wired*. <https://www.wired.com/1994/10/extropians/>
- Ricaurte, P. (2019). Data epistemologies, the coloniality of power, and resistance. *Television & New Media*, 20(4), 350–365. <https://doi.org/10.1177/1527476419831640>
- Rivera Cusicanqui, S. (2010). *Ch'ixinakax utxiwa: Una reflexión sobre prácticas y discursos descolonizadores*. Tinta Limón.
- Sadowski, J., & Bendor, R. (2019). Selling smartness: Corporate narratives and the smart city as a sociotechnical imaginary. *Science, Technology, & Human Values*, 44(3), 540–563. <https://doi.org/10.1177/0162243918806061>
- Sandlin, J. A., O'Malley, M. P., & Burdick, J. (2011). Mapping the complexity of public pedagogy scholarship: 1894–2010. *Review of Educational Research*, 81(3), 338–375. <https://doi.org/10.3102/0034654311413395>
- Shiva, V. (1997). *Biopiracy: The plunder of nature and knowledge*. South End Press.
- Srnicek, N. (2017). *Platform capitalism*. Polity.

- Tiku, N., Dwoskin, E., & De Vynck, G. (2025, October 10). Inside billionaire Peter Thiel's private lectures: Warnings of "the Antichrist" and U.S. destruction. *The Washington Post*.
<https://www.washingtonpost.com/technology/2025/10/10/peter-thiel-antichrist-lectures-leaked/>
- Vaccari, A. P. (2019). Why should we become posthuman? The beneficence argument questioned. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine*, 44(2), 192–219.
<https://doi.org/10.1093/jmp/jhy041>
- Vaccari, A. (2020). Neosubstantivism as cosmotechnics: Gilbert Simondon versus the transhumanist synthesis. *Angelaki*, 25(4), 39–53.
<https://doi.org/10.1080/0969725X.2020.1790834>
- Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. Centro Editor de América Latina.
- Winner, L. (2002). Are humans obsolete? *The Hedgehog Review*, 4(3), 25–44.

2.6. GÜNTHER ANDERS: LA CRÍTICA DE LA TECNOLOGÍA Y LA OBSOLESCENCIA DEL TRABAJO

Daniel Blank¹⁹

*No basta con transformar el mundo. Eso lo hacemos sin más.
Eso sucede ampliamente incluso sin nuestro concurso.
También tenemos que interpretar esa transformación.
Y precisamente para transformarla.
Para que el mundo no siga cambiando sin nosotros.
Y no se transforme al final en un mundo sin nosotros.*

Günther Anders, La Obsolescencia del Hombre (Volumen II)

Resumen

En este artículo discutimos: (a) la “*antropología negativa*” de Günther Anders como un intento concreto (no esencialista) de analizar la situación “actual” del ser humano en el mundo, y (b) su diagnóstico sobre la *obsolescencia del trabajo*, como consecuencia del desarrollo de la técnica, la que produce una creciente precarización del mismo y pérdida de su centralidad como mediador social, fenómeno que se produce no sólo en las sociedades capitalistas “clásicas”. Realizaremos nuestro análisis a la luz de los límites que enfrenta el capitalismo (y su base fundamental: el trabajo abstracto) en su desarrollo: un límite externo dado por el agotamiento de los recursos naturales, y un límite interno dado por: la contradicción entre un sistema de relaciones sociales mediado por el trabajo, y un sistema productivo que intenta suprimir el trabajo para mantener la tasa de ganancias.

Aunque Günther Anders no se refirió explícitamente a la obsolescencia de la educación, la misma es una consecuencia inevitable de la obsolescencia del ser humano en general y del trabajo en particular. Estas reflexiones implican un desafío para el replanteo de la educación en general y la Educación Tecnológica en particular.

Palabras clave: Günther Anders, Crítica de la Técnica, Obsolescencia del trabajo, Límites del capitalismo.

¹⁹ Ingeniero Electricista Electrónico (Universidad Nacional de Córdoba – UNC). Master of Sciences (Technion Israel Institute of Technology). Magister en Tecnología, Políticas y Culturas (Centro de Estudios Avanzados – UNC). Postulante al Doctorado en Filosofía (FFyH – UNC)

1. Introducción

Günther Anders (cuyo nombre real era Günther Stern) nació el 12 de julio de 1902 en Breslau, actual Wrocław, Polonia; murió el 17 de diciembre de 1992 en Viena, Austria. Se doctoró en filosofía con Husserl después de haber tenido como profesores a Heidegger y Cassirer. En 1956 escribió *La obsolescencia del hombre volumen I* y en 1980 el volumen II (Anders, 2011a, 2011b) con el objetivo de ofrecer un diagnóstico de la condición humana en la era de las revoluciones tecnológico-industriales.

La obra de Anders, si bien fundamental para la comprensión del papel de la tecnología en la etapa actual del desarrollo del capitalismo, es poco conocida en nuestro medio aún en ambientes filosóficos. A ello posiblemente contribuyó que la misma recién fue traducida al castellano en 2011, y al inglés solo se tradujo en forma completa el primer volumen en el 2025 existiendo anteriormente versiones parciales de algunos capítulos aislados.

También su perfil de activista radical antiguerra y su falta de inserción en el sistema académico tradicional fueron causa de que quedara fuera de las corrientes principales filosóficas de su tiempo. De hecho durante su exilio en Estados Unidos (1936-1950), ante el ascenso del nazismo, trabajó como limpiador, mozo, operario fabril y asistente de Bertold Brecht, entre otras actividades. Pero fue posiblemente su experiencia como obrero industrial la que lo puso en contacto cercano con la realidad del mundo de la producción y sin duda tuvo una influencia decisiva en su crítica de la tecnología.

Esa marginalidad, en parte producto de las circunstancias y en parte buscada, ya que afirmaba que la filosofía de la técnica en sí misma le importaba poco, y que su verdadero y único interés era la preocupante realidad del mundo; lo llevó a desarrollar una filosofía antropológica radical sobre cómo los aparatos técnicos y las máquinas superan la capacidad moral y física del ser humano. Muchas veces se lo reconoce como el primer marido de Hannah Arendt más que por su profética y fundamental contribución a conceptos que permiten entender las implicancias últimas de la inteligencia artificial y de la crisis climática.

2. Técnica e Historia. El desnivel prometeico

El fin de la Segunda Guerra Mundial marca la visión de los intelectuales sobre la condición humana y las posibilidades de la acción humana para transformarla (p.ej.: Heidegger M. 1981). En particular para Anders, dos sucesos determinan la conciencia de

nuestro tiempo: la existencia de los campos nazis de exterminio e Hiroshima (Anders, 1956, como se citó en Linares, 2017) “la noticia de que el hombre de la era de la producción masiva había comenzado también a producir industrialmente los cadáveres por millones”.

El diagnóstico de Anders de *La obsolescencia del hombre* se sintetiza en:

Las tres tesis principales: que no estamos a la altura de la perfección de nuestros productos; que producimos más de lo que podemos imaginar y tolerar; y que creemos que lo que podemos también nos está permitido -no: lo debemos; no: tenemos que hacerlo-. (Anders, 2011a, p. 5)

Estas tesis se reflejan según Anders en una disociación entre “(...) nuestra ilimitada **libertad prometeica** de producir algo siempre nuevo” (Anders, 2011a, p. 20) y nuestra capacidad de imaginar y de sentir responsabilidad sobre los efectos de esa producción: “Llamamos **desnivel prometeico** al hecho de la a-sincronía del hombre con su mundo de productos” (Anders, 2011a, p. 20)

Para Anders el análisis de la técnica es fundamentalmente concreto e histórico, para él vivimos en una era en la que:

(...) frente a las cuestiones técnico-filosóficas he reaccionado de manera más contemporánea que mis amigos; que la mayoría de ellos han seguido siendo incapaces de dar el salto con el que se sale de la problemática del marxismo y del psicoanálisis y se entra en los nuevos problemas de la era atómica. En lugar de leer a los clásicos, yo leía los periódicos, pero los leía modo philosophico. Los colegas siguieron siendo, a pesar de todo, filósofos académicos. Lo cual tuvo también consecuencias lingüísticas; pues ellos no intentaron hallar o inventar un lenguaje adecuado a la enormidad del problema. Ni siquiera sintieron que ello fuera necesario. (Anders, 1956, como se cito en Alcoberro, 2011)

La obra de Anders, continuando las reflexiones de Marx y de la escuela de Frankfurt, pero con un énfasis casi excluyente en el papel de la tecnología, es paradigmática del “Desplazamiento desde (la) crítica de la relación general entre cuerpo y artefacto a una crítica global del fenómeno técnico moderno” (Parente, 2018). En este sentido la crítica de Anders es más radical que la de otros filósofos contemporáneos suyos. En particular es de considerar la controversia con su maestro Martín Heidegger de quien sostiene que su concepto de la historicidad es pseudo-concreto:

State, economy, slavery, law – nothing of it is so much as mentioned in Heidegger's philosophy of history. [...] The fact that the major portion of history is history of power, thus history of the un-free, history imposed upon people, is totally suppressed^{20 21} (Anders, *Über Heidegger* citado por Fuchs, 2017)

Esto lleva a Anders a decir que hemos dejado de

(...) considerarnos a nosotros mismos (...) como los sujetos de la historia; (...) y en nuestro lugar hemos colocado a otros sujetos de la historia o, mejor, a un único sujeto: la técnica, cuya historia no es, como la del arte o la de la música, una entre otras "historias", sino la historia, cosa que se constata de la manera más terrible por el hecho de que el ser o no ser de la humanidad depende de su desarrollo y utilización (Anders, 2011b, p.279).

3. Las "obsolescencias" del hombre

A pesar de no usar explícitamente el término "capitalismo" la crítica de Anders, es asociable a la del capitalismo como sistema socio-tecnológico y de estricta validez en la fase actual de desarrollo del mismo (Fuchs, 2017). En particular las siguientes "obsolescencias" configuran una temprana, y profética, caracterización de la etapa y anticipan los debates actuales sobre la influencia de la tecnología en la sociedad²²:

- De los productos (Anders, 2011b, pp.45-64): *Los productos seriados han nacido para morir* (1958). Sobre la producción y consumo de productos perecibles (mercancías) como base de la sociedad actual.
- De las máquinas (Anders, 2011b, pp.121-131): *Las máquinas se expanden. El impulso expansionista de las máquinas es insaciable. El número de máquinas existentes disminuye. Las máquinas se degradan. Las máquinas se convierten en una única máquina. El colapso de la Red* (1969). Sobre la Red como paradigma tecnológico.

²⁰ Estado, economía, esclavitud, derecho: nada de esto se menciona siquiera en la filosofía de la historia de Heidegger. [...] El hecho de que la mayor parte de la historia sea historia del poder —y, por tanto, historia de los no libres, historia impuesta a las personas— queda totalmente silenciado.

²¹ Esta confrontación con la filosofía de Heidegger y su ontología existencial del *Dasein* ha llevado a calificar la posición de Anders como filosofía o "*antropología negativa* que se aferra, más que a una definición *a priori* o a un sustrato teórico que dé cuenta de *qué* o *quién* sea el hombre, a la necesidad de tener que esclarecer su ser y su situación en el mundo sobre la base del estado indeterminado y contingente del mismo" Maomed M. (2012)

²² Es difícil no relacionar esa crítica con el desarrollo actual de Internet, con la apropiación y mercantilización de contenidos producidos gratuitamente por los usuarios, con la integración de redes de máquinas interconectados entre sí y con los humanos como agentes dependientes de la misma (Internet de las Cosas y Sociedad Red), y a la transferencia de las decisiones humanas a la algoritmia automatizada, ver Harari Y. (2016)

- De la privacidad (Anders, 2011b, pp.213-246): *No vale solo “el mundo es suministrado en casa” sino también “la casa es entregada al mundo”* (1958). Sobre la pérdida de la privacidad.
- De la realidad (Anders, 2011b, pp213-246): *Somos despojados de la capacidad de distinguir entre realidad y apariencia – Configuramos nuestro mundo de acuerdo a las imágenes que nos suministran* (1960) y *El mundo como fantasma y matriz* (Anders, 2011a, p.105-208). Sobre las *mass media*.
- Del trabajo (Anders, 2011b, pp.97-113): *Automatización: la segunda desocupación. La compensación mediante el deporte y el ocio* (1977). *El trabajador como productor doméstico gratuito* (Anders, 2011a). Sobre las nuevas características del “trabajo”.

De estas “obsolescencias” analizaremos con un poco más de detalle la correspondiente a la del trabajo, por entender que su comprensión es crucial para entender la situación actual y los posibles desarrollos de esta etapa del capitalismo.

Aunque Günther Anders no se refirió explícitamente a la obsolescencia de la educación, la misma es una consecuencia inevitable de la obsolescencia del ser humano en general y del trabajo en particular. En ese sentido la educación tradicional (ya sea tanto la humanista como la profesional-tecnológica), entendida en un sentido amplio como la formación del juicio crítico y en uno más estricto como la educación para el trabajo, se vuelve obsoleta porque el sistema tecnológico actual ya no requiere seres humanos pensantes, y cada vez menos personas para trabajos que desaparecen, sino piezas funcionales y adaptables para el sistema técnico-laboral. En ese contexto la función docente pierde su rol, siendo reemplazado por dispositivos tecnológicos y contenidos automatizados que dictan qué y cómo se debe aprender.

4. La obsolescencia del trabajo

En *La Obsolescencia del Hombre II* (Anders, 2011b, pp. 97-113), Günther Anders analiza el papel del trabajo en lo que él llama “la tercera revolución industrial”. Entendemos que lo que se conoce como la “cuestión del trabajo” es un tema clave para entender tanto los problemas como las tendencias del capitalismo actual. Pero para analizar este breve ensayo de Anders sobre el trabajo es indispensable: a) dar una definición de que consideraremos como “trabajo” a los efectos de ese análisis y b) situarlo en la fase tecno-económica del capitalismo al momento de su publicación.

Para nuestro análisis consideraremos al “trabajo” no como una categoría transhistórica [p.ej.: como en Lukács (2004), Engels (2000)]; sino más bien como lo expresa la siguiente cita:

Mi lectura de la teoría crítica de Marx se centra en su concepción de la centralidad del trabajo para la vida social, la cual generalmente se ubica en el núcleo central de su teoría.

Sostengo que el significado de la categoría de trabajo en sus obras de madurez es diferente al que se ha asumido tradicionalmente, tratándose de una categoría históricamente específica antes que transhistórica. En la crítica madura de Marx, la noción de que el trabajo constituye el mundo social y es la fuente de toda riqueza no se refiere a la sociedad en general, sino únicamente a la sociedad capitalista o moderna. Más aún, y resulta crucial, el análisis de Marx no se refiere al trabajo como general y transhistóricamente se ha venido concibiendo —una actividad social dirigida a fines, que media entre el hombre y la naturaleza, creando productos específicos para satisfacer determinadas necesidades humanas— sino a un papel peculiar que el trabajo desempeña únicamente en la sociedad *capitalista*. Como posteriormente desarrollaré, el carácter históricamente específico de este trabajo se encuentra intrínsecamente relacionado con la interdependencia social característica de la sociedad capitalista. Constituye una modalidad históricamente específica, cuasi-objetiva, de mediación social que, en el marco del análisis de Marx, sirve como fundamento social definitivo de los rasgos básicos de la modernidad. (Postone, 2006, pp. 11,12). Ver también: Kurz (2006), Kurz (sf-1), *Grupo Krisis* (1999).

Para la fecha de la publicación del ensayo de Anders sobre la Obsolescencia del Trabajo (Anders, 2011b), nos encontramos a comienzos de la Quinta Revolución Industrial en términos de Carlota Pérez (Pérez, 2004) la que se habría iniciado en 1971 con la invención del microprocesador, y se estaría dentro del entorno de los cambios introducidos por las tecnologías de la microelectrónica y la digitalización. Estos desarrollos tecnológicos hay que asociarlos con otros eventos centrales ocurridos poco antes de la publicación del ensayo de Anders: la guerra de Iom Kippur; y las consecuentes crisis del petróleo y la recesión global de 1973-1975; y también al desacople entre el incremento de la productividad y su reflejo en los salarios, tema éste al que volveremos más adelante. En 1977 se estaba viviendo el fin de los “años dorados del capitalismo”, treinta años de crecimiento económico, mejora del estándar de vida y prácticamente pleno empleo en numerosos países del mundo. Anders publica su ensayo en ese contexto de transición de un Estado de Bienestar en disolución a la ofensiva liberal Reagan-Tatcherista en

gestación. Es entonces que su respuesta a "...la pregunta sobre si el trabajador actual aún es proletario o no, no puede responderse constatando su estándar de vida alto o bajo -visto así, de hecho cientos de millones de trabajadores ya no son proletarios-" (Anders, 2011b, p. 97); responde a una situación en la que ya comenzaba una reproletarización (o una precarización creciente del trabajo). Anders la caracteriza como una:

"perdida de libertad.... no sólo porque esté excluido de la propiedad de 'sus' medios de producción o sus productos, sino porque no abarca con su mirada la totalidad del conjunto de la producción en que se halla integrado; tampoco conoce el producto final, ni su función (en cierto modo ambos permanecen "trascendentes"); tampoco las cualidades morales o inmorales de "su" producto; y tampoco a sus beneficiarios, usuarios, o a sus víctimas." (Anders, 2011b, p. 97).

E indica que esto vale globalmente más allá de la propiedad de los medios de producción y las características específicas del sistema socio-económico:

Y aún es más inquietante si se piensa que esa gimnasia no se puede parar o corregir mediante ningún tipo de revolución; que nuestra descripción vale tanto para el trabajo en los países socialistas como para el trabajo en los países capitalistas; o sea, las consecuencias de la técnica no se transformarán con la transformación de las relaciones de propiedad; que el discurso de la "humanización del trabajo" y la "superación de la alienación" es y será definitivamente mera cháchara mientras vivamos en un mundo tecnificado, que cada vez lo está más. (Anders, 2011b, p. 98)

Esto apunta a la necesidad de revisar las diferencias entre los sistemas del "capitalismo occidental" y del "socialismo real", ya sea tomando este último como un intento de lograr una actualización histórica para integrarse al sistema capitalista global (Ribeiro, 1971), o como un modelo alternativo de planificación y distribución que no cuestionó el fundamento básico del sistema capitalista: la producción de valor por medio del trabajo abstracto (Kurz, 1991).

En cuanto a la observación que: "la 'superación de la alienación' es y será definitivamente mera cháchara mientras vivamos en un mundo tecnificado, que cada vez lo está más", no deberíamos tomarlo como una afirmación que esa libertad perdida podría resolverse con una vuelta a un trabajo en el cual quienes lo realicen tengan un involucramiento integral con el resultado del mismo "en el que podamos implicarnos como el carpintero en la

fabricación de una mesa o el violinista en la melodía o incluso el leñador en su tala.” (Anders, 2011b, p. 99). Este tipo de trabajo “artesanal” sigue existiendo, y probablemente continúe por mucho tiempo, en productos de nicho “hand made”, destinados a consumidores dispuestos a pagar los sobre costos de los mismos por cuestiones de “prestigio”; pero no será viable para la producción de objetos de consumo masivo para millones de personas.

Asimismo Anders dedica una extensa sección a la automatización, como fenómeno que: “nos despoja por completo de la libertad. De hecho, su introducción es de por sí una revolución que con muy poca asincronía se da al mismo tiempo en el Este y en Occidente” (Anders, 2011b, p. 99).

Nuevamente se resalta la similitud de los sistemas productivos “capitalistas” y del “socialismo real”, y la supuesta imposibilidad de evitar el trabajo alienado “ningún sistema político puede tener interés en renunciar a él; y [...] ninguna revolución política estaría en condiciones de renunciar al mismo” y que éste “aún no es el peor de los trabajos” (Anders, 2011b, p. 99), basado en que éste sería demasiado “liviano”, por lo que ya casi no habría que considerarlo como “trabajo”. Pareciera que Anders plantea una evaluación positiva del “esfuerzo” asociado al trabajo como preferible a la desocupación o al trabajo “liviano”, el cual ya no parecería un hacer (Anders, 2011b, p. 101). En ese mismo sentido apuntaría la observación de: “la frase de Marx ‘La reducción de la jornada laboral es la condición básica’ del ‘florecimiento’ del ‘verdadero reino de la libertad’ [...] suena como si fuera de otra época” (Anders, 2011b, p. 100 nota al pie). Lo que Marx propone en el párrafo citado es que:

La libertad en este terreno sólo puede consistir en que el hombre socializado, los productores asociados, regulen racionalmente ese metabolismo suyo con la naturaleza poniéndolo bajo su control colectivo, en vez de ser dominados por él como por un poder ciego; que lo lleven a cabo con el mínimo empleo de fuerzas y bajo las condiciones más dignas y adecuadas a su naturaleza humana. Pero éste siempre sigue siendo un reino de la necesidad. Allende el mismo empieza el desarrollo de las fuerzas humanas, considerado como un fin en sí mismo, el verdadero reino de la libertad, que sin embargo sólo puede florecer sobre aquel reino de la necesidad como su base. La reducción de la jornada laboral es la condición básica. (Marx, 2009, p. 1044)

Creemos que este párrafo hay que entenderlo no como una simple disminución de la cantidad de horas dedicadas al “trabajo”, sino como una reducción cuantitativa y cualitativa del “trabajo abstracto” necesario para cubrir las necesidades básicas. Esto es congruente con la tendencia observada por Anders que para “el año 2000 se prevé que la mayoría de trabajadores serán trabajadores de la automatización .. [y que] ... con el número creciente de automatizaciones disminuirá el número de los trabajadores necesarios” (Anders, 2011b, p. 100). Más allá que para principios de este siglo esto aún no se haya cumplido en la proporción que Anders pronosticaba, hay evidencia empírica de la tendencia irreversible, y acelerada, de la caída de la cantidad de “trabajo humano” presente en los productos y servicios que consumimos. Ver por ejemplo el artículo de Montobbio et al. (2024) que contiene un gran número de referencias.

Esta tendencia nos remite al ya clásico “Fragmento sobre las Máquinas”:

A través de este proceso, efectivamente, se reduce a un mínimo el cuanto de trabajo necesario para la producción de un objeto dado, pero sólo para que un máximo de trabajo se valore en el máximo de tales objetos.

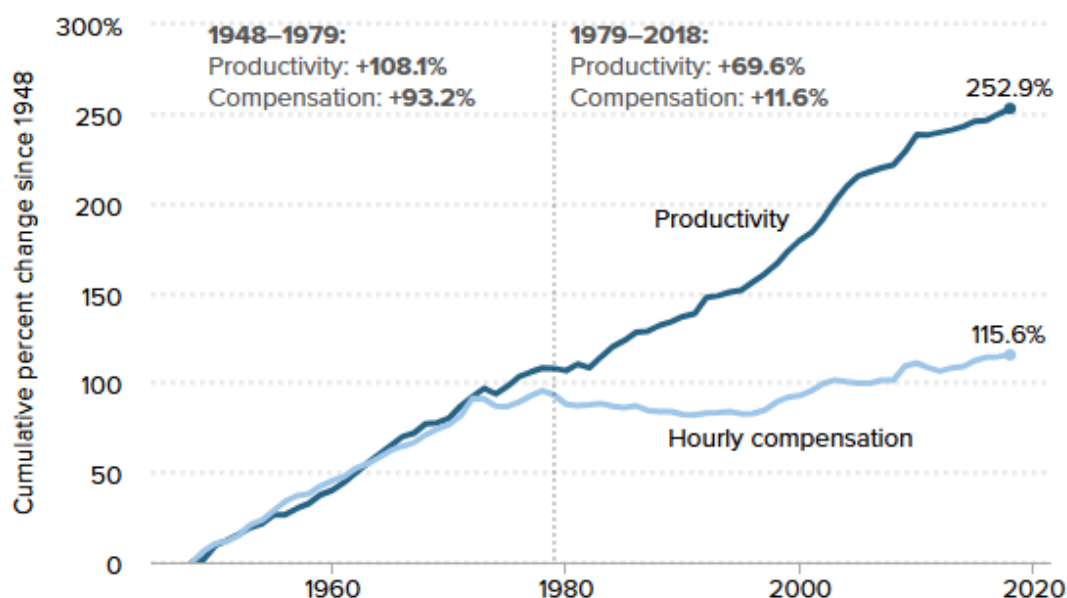
[...] el capital -de manera totalmente impremeditada- reduce a un mínimo el trabajo humano, el gasto de energías. Esto redundará en beneficio del trabajo emancipado y es la condición de su emancipación.

[...] Tan pronto como el trabajo en su forma inmediata ha cesado de ser la gran fuente de la riqueza, el tiempo de trabajo deja, y tiene que dejar, de ser su medida y por tanto el valor de cambio [deja de ser la medida] del valor de uso. El plustrabajo de la masa ha dejado de ser condición para el desarrollo de la riqueza social, así como el no-trabajo de unos pocos ha cesado de serlo para el desarrollo de los poderes generales del intelecto humano. Con ello se desploma la producción fundada en el valor de cambio, y al proceso de producción material inmediato se le quita la forma de la necesidad apremiante y el antagonismo. Desarrollo libre de las individualidades, y por ende no reducción del tiempo de trabajo necesario con miras a poner plustrabajo, sino en general reducción del trabajo necesario de la sociedad a un mínimo, al cual corresponde entonces la formación artística, científica, etc., de los individuos gracias al tiempo que se ha vuelto libre y a los medios creados para todos El capital mismo es la contradicción en proceso, [por el hecho de] que tiende a reducir a un mínimo el tiempo de trabajo, mientras que por otra parte pone al tiempo de trabajo como única medida y fuente de la riqueza. (Marx, 1972, p. 216-230). Ver también: Postone, (2018)

Pero no solo la automatización produce una disminución de la cantidad de trabajo necesario para el mismo volumen de producido, también produce una redistribución en las categorías del empleo. Por un lado aumentan ligeramente, por lo menos temporalmente, los empleos más calificados; disminuyen consistentemente los de calificación intermedia; y aumentan los menos calificados por deterioro social de la anterior clase media (nuevos pobres), y pauperización creciente de los antiguos pobres y precarización (uberización del trabajo) (Levy Yeyati, 2018), (Levy Yeyati y Judzik, 2024).

Esta situación como ya anticipamos se inicia a mediados de los 70, con un gran incremento de la productividad y un estancamiento de la compensación salarial (siempre en términos promedio).

El gráfico siguiente muestra la relación de los cambios en el valor de los salarios frente al de la productividad para los últimos 50 años. Notar el punto de corte al inicio de la Revolución Digital (década de 1970).



Fuente: <https://www.epi.org/publication/swa-wages-2019/> State of Working America Wages 2019 - The Economic Policy Institute.

Esta descripción ha sido criticada como falsa con el siguiente argumento:

Si la productividad del trabajo se duplica y los costes laborales permanecen constantes, ¿qué debería suceder con los beneficios empresariales? ¡Deberían crecer astronómicamente! Por ejemplo, si un trabajador produce por 100 un. y cobra por 60 un., y tras varios años, su

producción aumenta a 230 un. y su salario se queda atado a 60 un., los beneficios del empresario que lo contrata deberían haber aumentado de 40 a 170. O dicho de otro modo, la participación de los salarios en la producción habría caído del 60% al 26%. ¿Eso lo que ha sucedido desde los años 70 en la economía estadounidense? No: es verdad que la participación de los salarios ha caído del 57% al 52%, pero se trata de una reducción exigua comparada con aquella que deberíamos estar presenciando. (Rallo, 2014)

La falla de este argumento es que en realidad si bien la mayor productividad produce una reducción de costos (fundamentalmente por menor uso de los recursos humanos), por ello para mantener la tasa de rentabilidad es necesario producir cada vez más productos de un costo unitario cada vez menor (nuevamente en términos promedio). Esto explica el muy modesto incremento de la valorización de la riqueza (de alguna forma medida por los PBIs) a pesar del incremento de la cantidad de productos y servicios existentes.

Esta reducción en la cantidad de trabajo humano presente en los productos y servicios está reforzada por la creciente precarización y deslocalización del trabajo (trabajo a destajo). Aunque pareciera en primera instancia que este fenómeno es un “retroceso” productivo se trata en realidad de una tendencia del capitalismo ya detectada por Marx hace más de 150 años:

En sí y para sí es claro, sin embargo, que la *diferencia de forma en el pago del salario* no modifica nada en la esencia de éste, aun cuando una forma pueda ser más favorable que la otra para el desarrollo de la producción capitalista.

[...] De la exposición precedente se infiere que el *pago a destajo* es la forma del salario más adecuada al modo de producción capitalista. (Marx, 2003)

Si esto se cumple es de esperar que la tercerización (precarización, deslocalización, uberización...) sea un fenómeno creciente. (Kurz, sf-2), con las consiguientes consecuencias para las masas pauperizadas y el capitalismo en su conjunto.

Lo anterior nos lleva al debate sobre lo que se conoce como “los límites del capitalismo”. Por un lado tenemos el llamado “límite interno”, es decir la imposibilidad del capital de reproducirse en forma real que se refleja en que, en lugar de las ganancias provenientes de la acumulación real de capital; esta reproducción se base en especulaciones sobre la autovalorización del mismo. Este fenómeno sería -en la perspectiva de la crítica del valor-

causado por las restricciones del consumo generadas por la disminución del trabajo, o anacronismo del valor (Postone, 2018)

La razón última de todas las crisis reales siempre sigue siendo la pobreza y la restricción del consumo de las masas en contraste con la tendencia de la producción capitalista a desarrollar las fuerzas productivas como si solamente la capacidad absoluta de consumo de la sociedad constituyese ese límite (Marx, 2008, p. 623). (Ver también Kurz, 1995)

Por otro lado tenemos el “límite externo”, o el agotamiento de los recursos naturales que pueden utilizarse sin generar desequilibrios fatales en los eco-sistemas. (Prado, 2020)

Son estos límites los que van a marcar el futuro de la humanidad.

Conclusiones

En este artículo hemos analizado brevemente lo que se da en llamar la “*antropología negativa*” de Anders que refiere a tratar de esclarecer la situación “actual” del ser humano en el mundo, más que a una definición a priori que dé cuenta de qué o quién es el hombre.

Si por un lado las tesis de Anders presentan un lúcido diagnóstico de los peligros del desarrollo tecnológico actual que estaría dejando al hombre obsoleto y prescindible frente a las “máquinas”, por el otro su visión ha sido considerada extremadamente exagerada y pesimista. Y aunque en sus inicios para Anders la conciencia misma de nuestra impotencia y nuestro declive constituían una oportunidad inigualable para provocar una reacción moral que inhiba los efectos del poder tecnológico, hacia el final de su vida descrea de las posibilidades de las acciones pacíficas y reinstala un controvertido debate sobre la justificación de la violencia (Bayer, 1987).

En resumen podemos rescatar de Anders un alerta sobre los riesgos de aceptar acríticamente la dinámica actual dirigida por la tecnología, y un llamado a asumir activamente nuestra responsabilidad frente a nuestro propio destino. Para usar sus palabras: *“En el shock de nuestra impotencia habita, por así decirlo, un poder de advertencia. Él precisamente nos enseña que hemos alcanzado ese límite último tras el cual los caminos de la responsabilidad y del cinismo se bifurcan irremediabilmente.* (Anders, 2001, p. 27)

De las distintas “obsolescencias” consignadas por Günther Anders hemos analizado la del trabajo como categoría histórica específica del capitalismo, situada en el ciclo tecno-social

de la Quinta Revolución Industrial. En ese contexto Anders anticipa una creciente precarización del trabajo, la que asocia a una “pérdida de libertad” no sólo por exclusión de la propiedad de los medios de producción, sino también por no poder abarcar la totalidad del proceso productivo, no conocer el producto final, ni su función, e ignorar las cualidades éticas de “su” producto, sus beneficiarios, usuarios y víctimas.

Según Anders la tecnología (particularmente la automatización) “nos despoja por completo de la libertad”, y ese fenómeno se produce tanto en las sociedades capitalistas occidentales y las en ese tiempo llamadas del “socialismo real”. Estos conceptos los hemos analizado a la luz de los límites que enfrentaría el capitalismo (y su base fundamental: el trabajo abstracto) en su desarrollo: un límite externo dado por el agotamiento de los recursos naturales, y un límite interno dado por: la contradicción entre un sistema de relaciones sociales mediado por el trabajo, y un sistema productivo que intenta suprimir el trabajo para mantener la tasa de ganancias.

Quizás el futuro de la humanidad, en la medida que no consigamos resolver estos límites, sea tener unas masas desocupadas, alimentadas a droga química sintética de bajo costo, o droga virtual de reproducción a costo marginal (apuestas online como ejemplo relevante) (Harari, 2014).

Referencias

- Alcoberro, R. (2011). *Günther Anders, Conciencia de las Catástrofes del Siglo XX*. www.alcoberro.info/pdf/Anders01.pdf
- Anders, G. (2001) *Nosotros los hijos de Eichmann. Carta abierta a Klaus Eichmann*. Paidós
- Anders, G. (2011a). *La Obsolescencia del Hombre. Sobre el alma en la época de la segunda revolución industrial*. (Volumen I). PreTextos
- Anders, G. (2011b). *La Obsolescencia del Hombre. Sobre el alma en la época de la segunda revolución industrial*. (Volumen II). PreTextos
- Bayer, O. (1987) *La única salida es la violencia - Günther Anders, "el filósofo de la barbarie"* https://www.lahaine.org/global/herramienta/unica_violencia.htm
- Engels, F. (2000). *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*. Biblioteca de textos marxistas. Marxists Internet Archive.

- Fuchs, C. (2017). Günther Anders' Undiscovered Critical Theory of Technology in the Age of Big Data Capitalism. *TripleC* 15 (2), pp. 584- 613.
<http://www.triple-c.at/index.php/tripleC/issue/view/36>
- Grupo Krisis (1999). Manifiesto contra el trabajo.
<https://www.krisis.org/1999/manifiesto-contra-el-trabajo/>
- Harari, Y. (2014). *De animales a dioses – Breve historia de la humanidad*. Debate
- Harari, Y. (2016) *Homo Deus – Breve Historia del Mañana*. Debate
- Heidegger, M. (1981) Conversación con Heidegger. Frederic de Towarnicki / Jean-Michel Palnier. *L'Express*, nº 954, 20-26 octubre de 1969. En <http://www.bolivare.unam.mx / cursos/ TextosCurso10 CONVERSACIÓN CON HEIDEGGER.pdf>
- Kurz, R. (1991). *O colapso da modernização - Da derrocada do socialismo de caserna à crise da economia mundial*. Sao Paulo, Brasil: Paz e Terra
- Kurz, R. (1995). La ascensión del dinero a los cielos.
https://o-beco-pt.blogspot.com/2009/08/robert-kurz-la-ascension-del-dinero-los_22.html
- Kurz, R. (2006) Seres humanos não rentáveis. Ensaio sobre a relação entre história da modernização, crise e darwinismo social neo-liberal.
<http://www.obeco-online.org/rkurz254.htm>
- Kurz, R. (sf-1). O desfecho do masoquismo histórico. O capitalismo começa a libertar o homem do trabalho. <http://www.obeco-online.org/rkurz16.htm>
- Kurz, R. (sf-2). ¿Qué es la terciarización? Perspectivas del cambio social.
http://www.obeco-online.org/rkurz_es147.htm
- Levy Yeyati, E. (2018). *Después del trabajo. El empleo argentino en la cuarta Revolución Industrial*. Buenos Aires, Argentina: Sudamericana
- Levy Yeyati E., Judzik D. (2024). *Automatizados. Vida y trabajo en tiempos de la inteligencia artificial*. Buenos Aires, Argentina: Planeta
- Linares, J. (2011) Dos filosofías alemanas de la técnica: Martin Heidegger y Günther Anders. En <https://weblinares.wordpress.com/2011/10/20/dos-filosofias-alemanas-de-la-tecnica-martin-heidegger-y-gunther-anders/>
- Linares, J. (2017) El mundo según Eichmann: la visión de Günther Anders sobre la singularidad de Auschwitz – En

<http://reflexionesmarginales.com/3.0/el-mundo-segun-eichmann-la-vision-de-gunther-anders-sobre-la-singularidad-de-auschwitz/>

- Lukács, G. (2004). *Ontología del ser social: el trabajo*. Herramienta
- Maomed, M. (2102). Günther Anders (Stern): esbozo de una antropología filosófica negativa. *Ontology Studies / Cuadernos de Ontología* 12 (73-88). En www.ontologia.net/studies
- Mallardi, W. M. (2013). La categoría Trabajo en Lukács: Implicancias y fundamentos ontológicos del ser social. *Trabajo y Sociedad. Sociología del trabajo – Estudios culturales – Narrativas sociológicas y literarias* N° 21, Invierno 2013, Santiago del Estero, Argentina
- Marx, K. (2003). *El capital* Tomo 1 Vol 2. Siglo XXI
- Marx, K. (2009). *El Capital* Libro 3 Capítulo VIII. Revisa ahora Siglo XXI
- Montobbio F., Staccioli J., Virgillito M.E. y Vivarelli_M. (2024), The empirics of technology, employment and occupations: Lessons learned and challenges ahead. *Journal of Economic Surveys: Volume 38, Issue 5*
- Parente, D. (2018) Clase 2 - Problemas ético-políticos – Documentos de clase
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero*. - La Vergne, Tennessee, USA: Lightning Source Incorporated
- Postone, M. (2018) La crisis actual y el anacronismo del valor: una lectura marxista. *Sociología Histórica. Revista de investigación acerca de la dimensión histórica de los fenómenos sociales*, N°. 9, 2018, págs. 43-62
- Postone, M. (2006). *Tiempo, trabajo y dominación social. Una reinterpretación de la teoría crítica de Marx*. Barcelona. España: Marcial Pons
- Prado, E. (2020) Los límites del capitalismo.
<https://es.atterraeredonda.com.br/os-limites-do-capitalismo/>
- Rallo, J.R. (2014) El mito del desacople entre salarios y productividad en EEUU.
<https://juanramonrallo.com/el-mito-del-desacople-entre-salarios-y-productividad-en-eeuu/>
- Ribeiro, D. (1971). *El Proceso Civilizatorio*. CEDAL

2.7. JUSTICIA SOCIAL, DESIGUALDAD EDUCATIVA Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. Un análisis crítico de “El niño que domó el viento”

Cabral Carolina²³, Godoy Gisela²⁴ y Miraglio Romina²⁵

"Las cosas no hacen, pero hacen hacer"
Dario Sandrone (La agencia de las cosas, 2019).

Resumen

El presente trabajo analiza la película *El niño que domó el viento* (*The boy who harnessed the wind*, 2019) como un caso que permite problematizar las desigualdades educativas y sociales desde una perspectiva crítica de la justicia y la equidad. A partir de los aportes teóricos de Pierre Bourdieu (2003), François Dubet (2014), Göran Therborn (2015), Carina Kaplan (2008), Emilio Tenti Fanfani (2011), Agnès Van Zanten (2008), Gabriel Kessler (2014) y Luis Reygadas (2008), se examinan las tensiones entre meritocracia, igualdad de oportunidades, capital cultural, exclusión educativa y trayectorias escolares en contextos de vulnerabilidad. Asimismo, se incorpora la perspectiva de la nueva sociología de la tecnología y los estudios historiográficos afines, mediante los planteamientos recuperados en torno a autores como Bruno Latour, Thomas Hughes, Wiebe Bijker y Trevor Pinch (Sandrone, 2014, pp. 233, 237-238), que permiten comprender la tecnología como un sistema o red sociotécnica compuesta por una trama heterogénea de artefactos, normativas e instituciones (Sandrone, 2014, pp. 237-238). El análisis evidencia que los procesos tecnológicos no están guiados exclusivamente por un esquema transparente de problema-solución ni por una pretendida neutralidad (Sandrone, 2014, p. 231), sino por condicionamientos y tensiones en los que intervienen múltiples actores locales y heterogéneos que disputan el sentido y el contenido de las prácticas técnicas (Sandrone, 2014, pp. 236-237).

²³Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista en Robótica Educativa y programación. Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS

²⁴Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista en Educación y TIC (INFoD). Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS y FCyT

²⁵Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS y FCyT.

En este marco, la experiencia de William Kamkwamba pone de manifiesto el potencial de la Educación Tecnológica para promover procesos de aprendizaje situados, reconocer conocimientos contruidos fuera del ámbito escolar y contribuir a la construcción de prácticas educativas orientadas por la justicia social y la equidad.

Palabras clave: Justicia social - Desigualdad educativa - Educación Tecnológica - Meritocracia - Agencia tecnológica

Desigualdad como Campo de Exterminio de Oportunidades y sus Dimensiones Interconectadas.

La situación inicial en la aldea de William, asolada por la sequía y la hambruna, puede ser comprendida a través de la lente de Göran Therborn, quien, en *"Los campos de exterminio de la desigualdad"* (2015), describe cómo las desigualdades de vida ("vital inequalities"), las de recursos ("resource inequalities") y las de respeto ("existential inequalities") configuran un entramado que limita y, en muchos casos, anula las posibilidades de desarrollo de los individuos. En el caso de William, la escasez de alimentos y la amenaza de la hambruna representan una desigualdad vital extrema. La imposibilidad de pagar las cuotas escolares se traduce en una clara desigualdad de recursos, impactando directamente en su trayectoria educativa. Además, el escepticismo y la desvalorización inicial de su proyecto por parte de algunos miembros de la comunidad, incluido su propio padre, reflejan una desigualdad de respeto, que solo se supera cuando su ingenio se materializa en un beneficio tangible y la tecnología demuestra su poder transformador.

Las decisiones de las instituciones, en este caso la escuela que expulsa a los alumnos por falta de pago, no son neutras. Tal como plantea Emilio Tenti Fanfani en *"La escuela y la cuestión social"* (2011), la masificación de la escolaridad a menudo oculta la ineptitud del sistema educativo para enfrentar problemas estructurales de exclusión. La escuela, que debería ser un espacio de inclusión y movilidad social, se convierte, paradójicamente, en un factor de exclusión para William al negarle el acceso formal. Esta exclusión educativa, ligada a la desigualdad económica, es una de las facetas más crueles de la desigualdad multidimensional que aborda Gabriel Kessler en *"Controversias sobre la*

desigualdad" (2014), al señalar cómo persisten o se refuerzan desigualdades en dimensiones clave como la educación, a pesar de posibles mejoras en otras áreas. La crisis que vive la comunidad de William no es solo una crisis climática, sino una crisis de acceso a recursos fundamentales, donde la educación se convierte en un bien escaso y, por ende, en un mecanismo de diferenciación y estratificación social.

Meritocracia en Tensión: El Ingenio frente a las Barreras Estructurales y la Reconfiguración de la Aptitud

La narrativa de "El niño que domó el viento" parece, a primera vista, un himno a la meritocracia, donde el ingenio y la perseverancia individual superan las adversidades. Sin embargo, un análisis crítico, como el propuesto por François Dubet en "Por qué preferimos la desigualdad" (2015) y "Repensar la justicia social" (2014), nos invita a desnaturalizar esta visión. Dubet sostiene que la meritocracia, si bien defiende la igualdad de oportunidades, puede llevar a una justificación de la desigualdad de resultados, atribuyendo el éxito o el fracaso a las cualidades individuales y no a las estructuras sociales. En la película, el éxito de William no es un resultado puramente meritocrático en el sentido idealizado, sino la manifestación de una agencia extraordinaria frente a un sistema que le falló.

William posee un "talento" innato y una curiosidad científica excepcional, como podría analizar Carina Kaplan en "Talentos, dones e inteligencias. El fracaso escolar no es un destino" (2008). Ella discute cómo la noción de "talento" a menudo se confunde con el capital cultural heredado y cómo los juicios profesoraes pueden estar sesgados por el origen social de los estudiantes. En el caso de William, su talento no es reconocido ni nutrido por la institución escolar, que lo expulsa. Su acceso al conocimiento no se da a través de los canales institucionales regulares, sino por una vía alternativa y resiliente: colándose en la biblioteca y devorando un libro que le abre las puertas a la ingeniería de molinos. Esto pone en evidencia que, si bien el talento existe, las oportunidades para desarrollarlo y validarlo están distribuidas de manera desigual. La biblioteca escolar, un espacio que debería ser universalmente accesible, se convierte en un recurso al que William debe "acceder" de forma clandestina, lo que subraya las fronteras simbólicas y materiales impuestas por la pobreza.

La preferencia por la desigualdad, de la que habla Dubet (2015), se manifiesta en la naturalización de estas barreras. La comunidad, inicialmente, no reconoce el valor del ingenio de William hasta que sus resultados son tangibles. Esto refleja una desconfianza hacia las iniciativas que no se ajustan a los caminos preestablecidos y una valoración de la "aptitud" que, como bien señala Kaplan (2008), a menudo se confunde con el capital cultural heredado. La historia de William nos obliga a redefinir la aptitud, no como algo que solo se valida en el aula formal, sino como una capacidad de innovación y resolución de problemas que puede florecer en condiciones adversas. Su "genialidad" no es un don caído del cielo, sino el resultado de una interacción persistente con el conocimiento (el libro), con los materiales (la chatarra) y con un problema concreto a resolver.

Capitales y Trayectorias Educativas Fragmentadas: El Capital Cultural Frente a la Exclusión

La obra de Pierre Bourdieu, especialmente *"Los herederos"* (2003), es fundamental para entender las desigualdades en las trayectorias educativas. William, al ser expulsado de la escuela, se ve privado del capital cultural que esta institución formalmente debería proporcionar. Su ingenio, si bien es una forma de capital cultural (en tanto saber práctico y técnico), no es el "capital escolar" o el "capital lingüístico" reconocido y valorado por el sistema educativo formal. La discontinuidad en su trayectoria educativa no es un caso aislado, sino un patrón que, como señala Tenti Fanfani (2011), afecta a gran parte de la población en situación de vulnerabilidad, especialmente en zonas rurales, donde las tasas de deserción pueden ser alarmantemente altas.

Las dificultades para acceder a recursos educativos, como la electricidad para cargar una radio que William usaba para estudiar, o la falta de acceso a libros y materiales, revelan la escasez de capital económico y su impacto directo en la acumulación de otros capitales. La escuela, en este contexto, no logra compensar estas desventajas, sino que las reproduce al establecer barreras económicas para la permanencia. Como señala Emilio Tenti Fanfani al analizar los efectos perversos de las políticas compensatorias (2011), donde critica la noción de que los pobres tienen "carencias" y postula que poseen "otros recursos culturales" que no son valorados por la institución escolar, constituyéndose en obstáculos para el aprendizaje. El saber técnico de William, forjado en la práctica y la necesidad, es un ejemplo claro de este "otro recurso cultural" que la escuela, en un primer

momento, no supo integrar. Su conocimiento sobre cómo desarmar una radio y una bicicleta, cómo trabajar con la chatarra, cómo experimentar con el viento, es un capital tecnológico que, aunque no escolarizado, es invaluable para su contexto.

Agnès Van Zanten, en su análisis sobre *"El fin de la meritocracia"* (2008), podría argumentar que la escuela, en lugar de ser un espacio de movilidad social, termina por consolidar las posiciones sociales preexistentes, incluso cuando hay talento evidente. La decisión de William de construir el molino es una forma de agencia, pero nace de la necesidad generada por un sistema que lo excluye. Es una agencia que opera *a pesar* del sistema, no *gracias* a él, lo que pone en entredicho la efectividad de una meritocracia que no garantiza condiciones de partida equitativas. La película nos invita a reflexionar sobre cómo la escuela puede convertirse en un mecanismo de reproducción de las desigualdades, invisibilizando o desvalorizando los saberes y talentos que no se ajustan a su propia lógica cultural y económica.

Instituciones, Exclusión y Fronteras Simbólicas: La Legitimación del Conocimiento y la "Agencia de las Cosas"

Las características de las instituciones educativas en la película son un reflejo de las dinámicas de exclusión. La escuela, al priorizar el pago de cuotas sobre el derecho a la educación, establece una frontera material que se traduce en una profunda frontera simbólica. William, aunque es un "elegido" por su talento, es excluido por su condición socioeconómica, lo que resuena con el análisis de Bourdieu y Passeron sobre "La elección de los elegidos" (2003). La visión idealizada de la educación como un ascensor social choca con la realidad de una institución que, en contextos de pobreza, reproduce la desigualdad.

Esta exclusión no solo es económica, sino también cultural. La forma en que se concibe el conocimiento y el aprendizaje en la escuela puede no coincidir con las formas de conocimiento práctico y situado que William desarrolla. Su aprendizaje autodidacta en la biblioteca y su experimentación con materiales de desecho son formas valiosas de construcción de conocimiento tecnológico, pero no son las que la institución formalmente válida en un primer momento. Esto genera una tensión entre el saber escolarizado y el saber popular o práctico, que Michel Foucault (1976) podría analizar en términos de las

relaciones de poder que definen lo que es considerado "conocimiento legítimo". El poder, en este sentido, no es sólo represivo, sino productivo, construyendo verdades y normalizando ciertas formas de saber. La escuela, como institución de poder, contribuye a esta normalización, a veces marginando formas alternativas de conocimiento.

Aquí, la perspectiva de la Educación Tecnológica, enriquecida por la filosofía de la técnica, se vuelve crucial. Luis Reygadas, en "La construcción simbólica de las desigualdades" (2008), nos invita a pensar cómo las desigualdades no son solo materiales, sino también simbólicas, construidas a través de significados y valoraciones. La "chatarra" que William utiliza es desvalorizada por la comunidad, pero él la resignifica como materia prima para su invento. La "falta de educación formal" de William es vista como una limitación, pero él la transforma en una oportunidad para un aprendizaje autónomo y aplicado. Estas fronteras simbólicas son las que William debe sortear para que su ingenio sea reconocido. La película ilustra cómo la legitimidad de un saber no siempre reside en su origen institucional, sino en su capacidad para resolver problemas reales y generar bienestar colectivo.

Es en este punto donde los aportes de Bruno Latour y Darío Sandrone se vuelven fundamentales. Latour desafía la visión instrumentalista de la tecnología al comprenderla como una red de mediaciones y relaciones donde los objetos poseen agencia en articulación con los actores humanos (Sandrone, 2014, pp. 233, 237-238). En experiencias de innovación situada —como la construcción de un molino a partir de saberes técnicos y componentes recuperados—, los artefactos no actúan como meros intermediarios pasivos, sino como actantes integrados en una trama heterogénea (Sandrone, 2014, pp. 237-238). La noción de la «coexistencia de las técnicas y los modos del olvido» (Sandrone, 2014, p. 231) se manifiesta allí en cómo se rescatan y reconfiguran saberes artesanales y objetos tecnológicos preexistentes o descartados para dar respuesta a necesidades prácticas (Sandrone, 2014, pp. 240-243). La tecnología, vista así, no se reduce al cálculo estricto, sino que engloba una dimensión poiética y artesanal que co-construye la realidad social y desafía las miradas deterministas (Sandrone, 2014, pp. 242-244).

Criterios de Justicia y el Sentido de la Equidad Educativa: Más Allá de la Igualdad de Oportunidades y el Rol de la Didáctica Tecnológica

La película interpela directamente nuestros criterios de justicia. ¿Es justo que un niño con el potencial de William sea expulsado de la escuela por falta de recursos? François Dubet (2014) nos invita a repensar la justicia social más allá de la igualdad de oportunidades, que puede ser un velo para la desigualdad de posiciones. La historia de William nos fuerza a considerar la necesidad de una justicia que garantice no solo el acceso, sino también la permanencia y el éxito educativo, especialmente en contextos de vulnerabilidad extrema.

La justicia social, en este sentido, no puede limitarse a la meritocracia individual, sino que debe apuntar a la eliminación de las barreras estructurales que impiden a todos los individuos desarrollar sus capacidades. Esto implica una reflexión sobre la responsabilidad del Estado y de las instituciones educativas para asegurar el derecho a la educación como un derecho fundamental, y no como un privilegio ligado a la capacidad de pago. El debate sobre la desigualdad en Argentina (Kessler, 2014) nos muestra que la complejidad de este fenómeno requiere una mirada multidimensional, donde las políticas compensatorias, si bien necesarias, deben ir acompañadas de una transformación profunda de las estructuras que generan la exclusión.

William es un ejemplo paradigmático de cómo el aprendizaje tecnológico puede ser profundamente situado y transformador. Su molino no es un objeto descontextualizado, sino una respuesta a un problema vital de su comunidad. Esto nos lleva a considerar cómo la didáctica de la educación tecnológica puede fomentar el "pensamiento poético" de la técnica, como propone Sandrone (2014), donde la creación y la transformación no se reducen al cálculo, sino que implican una dimensión artística y de sentido. La capacidad de William para ver en la chatarra un potencial, para "hacer hacer" a las cosas de una manera innovadora, es el núcleo de una didáctica de la tecnología que busca la agencia y la resolución de problemas en contextos reales, incluso en aquellos marcados por la desigualdad extrema.

La solución de William, el molino de viento/generador eólico, es un acto de justicia para su comunidad. Es una aplicación de la tecnología para resolver un problema social apremiante, que surge de la agencia individual pero en respuesta a una injusticia estructural. Este acto de agencia individual, sin embargo, no exime a la sociedad de su responsabilidad de construir sistemas educativos y sociales más equitativos. La película

subraya la necesidad de un enfoque de justicia social que no solo repare daños, sino que también prevenga la exclusión desde sus raíces, reconociendo y potenciando las diversas formas de conocimiento y las capacidades tecnológicas inherentes a cada individuo y comunidad.

Conclusión

La historia de William Kamkwamba en "El niño que domó el viento" es una poderosa metáfora de las desigualdades educativas y sociales que persisten en nuestro mundo. A través de las lentes de Bourdieu, Dubet, Therborn, Kaplan, Tenti, Van Zanten, Kessler y Reygadas, hemos podido desentrañar las complejidades de la meritocracia, las fronteras simbólicas, las características de las instituciones y los desafíos para alcanzar una verdadera justicia educativa.

La incorporación de los enfoques de Bruno Latour y Darío Sandrone nos ha permitido comprender que la tecnología no es un factor neutral en estas dinámicas, sino un actor con agencia, capaz de mediar y transformar las relaciones sociales y las trayectorias individuales. La Educación Tecnológica²⁶, desde esta perspectiva, trasciende la mera enseñanza de habilidades para el uso de artefactos. Se convierte en una didáctica específica que aborda la relación compleja entre el ser humano, el objeto técnico y su contexto, reconociendo la capacidad transformadora de la tecnología y la importancia de la agencia individual y colectiva en su construcción y resignificación. El caso de William es un claro ejemplo de cómo un pensamiento tecnológico situado, desprendido de las limitaciones formales del sistema educativo, puede generar soluciones innovadoras y catalizar procesos de cambio social, incluso en las condiciones más adversas.

Como profesionales de la educación, nuestra tarea no es sólo enseñar contenidos, sino también ser agentes de cambio, capaces de identificar y desafiar las desigualdades, promoviendo trayectorias educativas inclusivas y significativas. El caso de William nos interpela a desarrollar didácticas que reconozcan los saberes previos y las experiencias de los estudiantes, que valoren la creatividad y la resolución de problemas, y que se esfuercen por construir puentes entre el conocimiento escolar y las realidades situadas de

²⁶ “[...] en Educación Tecnológica, podemos establecer dos tipos de finalidades que se complementan entre sí (Leliwa y Marpegán, 2020: 50-51): a) Una formación filosófico-cultural para la comprender la tecnología, su evolución, sus continuidades y sus efectos. b) Una formación teórico-práctica para contribuir al desarrollo de capacidades de intervención del ambiente”.(Marpegán, 2021).

nuestros alumnos. La Educación Tecnológica, en particular, tiene el potencial de ser una herramienta poderosa para la transformación social, siempre y cuando se aborde desde una perspectiva crítica y equitativa que no solo se preocupe por el acceso a la tecnología, sino por su uso significativo para el desarrollo humano y la justicia social.

La reflexión final es que la verdadera superación no radica únicamente en el mérito individual, sino en la capacidad de las sociedades para construir entornos donde el talento de todos los "William Kamkwambas" pueda florecer, sin que las barreras económicas, culturales o simbólicas los condenen a la exclusión. Ello exige un compromiso constante con la evaluación crítica de nuestras prácticas y políticas educativas, buscando siempre que la escuela sea un espacio de ampliación de horizontes y no de reproducción de desigualdades, y que las didácticas específicas, como la de la Educación Tecnológica, sean herramientas para la emancipación y la construcción de futuros más justos.

Referencias Bibliográficas

- Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (2003). *Los herederos: Los estudiantes y la cultura*. Siglo XXI Editores.
- Dubet, F. (2014). *Repensar la justicia social: Contra el mito de la igualdad de oportunidades*. Siglo XXI Editores.
- Dubet, F. (2015). *Por qué preferimos la desigualdad*. Ediciones Akal.
- Foucault, M. (1976). *Defender la sociedad*. Fondo de Cultura Económica.
- Kaplan, C. V. (2008). *Talentos, dones e inteligencias: El fracaso escolar no es un destino*. Colihue.
- Kessler, G. (2014). *Controversias sobre la desigualdad: Argentina, 2003-2013*. Fondo de Cultura Económica.
- Latour, B. (2003). De la mediación técnica: Filosofía, sociología, genealogía. *Oeste: Revista de Arquitectura y Urbanismo del Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura*, (16), 130.
- Marpegán, C. (2021). Glosario de la educación tecnológica: Construyendo nociones y conceptos. [GLOSARIO DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA - Construyendo nociones y conceptos](#)
- Reygadas, L. (2008). *La construcción simbólica de las desigualdades*. Siglo XXI Editores.

- Sandrone, D. (2014). La coexistencia de las técnicas y los modos del olvido. *Nombres*, 28. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/NOMBRES/article/view/12032>
- Sandrone, D., & equipos de producción del ISEP. (2019). *La agencia de las cosas: un concepto de Bruno Latour* <https://www.youtube.com/watch?v=En9j8ipc35g> Instituto Superior de Estudios Pedagógicos, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
- Sandrone, D. (2022). *De lunes a viernes las cosas: Fragmento Las agencias*. Editorial de la UNC.
- Tenti Fanfani, E. (2011). *La escuela y la cuestión social*. Siglo XXI Editores.
- Therborn, G. (2015). *Los campos de exterminio de la desigualdad*. Fondo de Cultura Económica.
- *The boy who harnessed the wind* [El niño que domó el viento] (2019) [Película]. Netflix. https://docs.google.com/document/d/14CdxNb2_8t_s79RP5zLiMq9rvwqvweB-G8ikol_Hwkg/edit?tab=t.0
- van Zanten, A. (2008). ¿El fin de la meritocracia? Un análisis de los cambios recientes en las relaciones de la escuela con el sistema económico, político y social. En E. Tenti Fanfani (Comp.), *Nuevos temas en la agenda de política educativa* (pp. 173-192). Siglo XXI Editores.

2.8. LA MISIÓN ARTEMIS VISTA DESDE EL GRUPO ASTRONÓMICO OSIRIS

Diego Galperin²⁷, Leonardo Heredia²⁸, Santiago Baliño²⁹, Pedro Barrado³, Carmen Brigues Schvartzman³, Francisca Brigues Schvartzman³, Genaro Estevecorena³, Simón Hidalgo Quesada³, Neivion Jones³, Owen Jones³ y Daira Ríos³

Resumen

En este año se ha registrado en las aulas de distintos niveles educativos un interés acerca de la exploración espacial como resultado de la difusión que tuvo en distintos medios a misión Artemis II.

Desde la enseñanza de la ciencia y tecnología es importante no sólo conocer los proyectos actuales o futuros sino también el desarrollo que permitió que estas misiones se lleven a cabo en la actualidad, así como las personas detrás de ellos y los obstáculos que tuvieron que salvar. El **Grupo Astronómico Osiris**, formado por docentes y estudiantes de nivel medio, llevó adelante un proyecto de indagación destinado a transmitir los principios y detalles del proyecto Artemis pensando en estudiantes como ellos interesados en la temática. Se trabajó entonces con los proyectos que iniciaron la exploración tripulada a la Luna, las características de las misiones Artemis y la participación de nuestro país en la misión Artemis II.

Palabras clave: Exploración espacial, desarrollo tecnológico, divulgación, historia de la ciencia y tecnología.

¿QUIÉNES SOMOS?

El Proyecto “Miradas al cielo” al cual el **Grupo Astronómico Osiris** pertenece, tiene como meta el ingreso de la astronomía observacional como parte fundamental del currículum escolar con el fin de despertar el interés en esta temática entre los estudiantes y docentes de los distintos niveles educativos y, al mismo tiempo, en la comunidad en

²⁷ Universidad Nacional de Río Negro

²⁸ IFDC El Bolsón

²⁹ Grupo Astronómico Osiris

general. En este sentido, el proyecto promueve la enseñanza y la divulgación de la astronomía a partir de observaciones directas del cielo, promoviendo la revalorización de esta costumbre ancestral que ha sido dejada de lado dentro de nuestra vida actual. De esta manera, se intenta ligar los conocimientos científicos y astronómicos a vivencias cotidianas y placenteras con el fin de desmitificar la idea de que la ciencia es sólo para unos pocos y que no guarda relación con lo que sucede alrededor nuestro todos los días.

Para llevar a cabo el proyecto, se ha creado un grupo de estudiantes de nivel medio y docentes interesados en la temática, el "**Grupo Astronómico Osiris**", el cual se reúne en horario extraescolar a aprender acerca de la temática y, simultáneamente, a generar acciones dentro y fuera de las escuelas para volcar hacia sus pares, y hacia la comunidad en general, los conocimientos adquiridos en el marco de las actividades del grupo.

Entre sus propuestas, el proyecto lleva a cabo actividades en escuelas, proponiendo el desarrollo de conocimientos y competencias relacionadas con el quehacer científico a partir de la observación sistemática del cielo. A su vez, promueve la participación de alumnos con intereses científicos en actividades afines, motivándolos a dar continuidad a sus intereses en sus estudios superiores. Por último, incentiva el gusto de los alumnos por el conocimiento, buscando promover el desarrollo y la apropiación de la cultura científica.

El proyecto se desarrolla dentro de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) y en el Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón, comenzó a funcionar en esa localidad en 2005, extendiendo sus actividades a Bariloche a partir del año 2013.

ANTECEDENTES: EL PROGRAMA APOLLO (1961–1972)

La Guerra Fría y la Carrera Espacial:

El Programa Apolo no nació de un interés puramente científico, sino de una profunda necesidad geopolítica. Tras la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos (EE.UU.) y la Unión Soviética (URSS) se enfrentaron en la llamada Guerra Fría, un conflicto ideológico, económico y militar indirecto. El espacio exterior se convirtió en el escenario principal para demostrar la superioridad tecnológica y, por ende, el éxito de sus respectivos sistemas

políticos. Para fines de los 50 la URSS había tomado indudablemente la delantera al lanzar el primer satélite artificial y enviar seres humanos al espacio.

Los EE.UU. viendo esto se propusieron cumplir un plan ambicioso.: llevar un ser humano a la Luna y traerlo de vuelta a salvo a la Tierra. *“Elegimos ir a la Luna. Elegimos ir a la Luna en esta década y hacer las demás cosas, no porque sean fáciles, sino porque son difíciles; porque ese objetivo servirá para organizar y medir lo mejor de nuestras energías y habilidades, porque ese desafío es uno que estamos dispuestos a aceptar, uno que no estamos dispuestos a posponer...”*³⁰

La respuesta de NASA

Para cumplir el mandato de Kennedy, NASA tuvo que resolver problemas de ingeniería nunca antes enfrentados. El primer gran debate interno se centró en el método de viaje. Se evaluaron tres conceptos principales:

1. Ascenso Directo (Requería un cohete gigante Nova, inviable a corto plazo).
2. Encuentro en Órbita Terrestre (EOR - Requería lanzar múltiples cohetes pequeños).
3. Encuentro en Órbita Lunar (LOR - Propuesto por John Houbolt, elegido por eficiencia).

El método elegido, LOR (Lunar Orbit Rendezvous), consistía en enviar una sola nave compuesta por secciones acopladas. Al llegar a la órbita lunar, una sección se separaría para descender a la superficie mientras la otra permanecía en órbita esperando el regreso. Esto redujo drásticamente el peso total del combustible y los materiales requeridos.

El éxito de la arquitectura LOR dependía de la construcción de un cohete con una potencia sin precedentes. El ingeniero alemán Wernher von Braun lideró el diseño del Saturno V en el Centro de Vuelo Espacial Marshall, consiguiendo una altura total de 110,6 metros (equivalente a un edificio de 36 pisos); un empuje inicial de 34,5 meganewtons (en comparativa, el SLS de la misión Artemis tiene un empuje inicial de 39,1 meganewtons); dividiendo su estructura en 3 etapas.

La carga útil alojada en la punta del Saturno V era el conjunto de naves Apollo. Estas constaban de dos secciones integradas: el Módulo de Mando (CM), una cabina cónica de 3,9 metros de diámetro donde residían los tres astronautas, que era la única sección que poseía un escudo térmico diseñado para soportar los 2,700 °C de la reentrada en la

³⁰ Discurso de John F. Kennedy en la Rice University en 1962 extraído de <https://www-rice-edu.translate.goog/jfk-speech? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=sge>

atmósfera terrestre; y el Módulo de Servicio (SM), que contenía los tanques de combustible, los sistemas de soporte vital, las celdas de combustible de hidrógeno-oxígeno para generar electricidad y agua, y el motor del Sistema de Propulsión de Servicio (SPS), encargado de las maniobras de entrada y salida de la órbita lunar. El Módulo Lunar (LM) era una nave de aspecto arácnido optimizada exclusivamente para operar en el vacío del espacio exterior, no tenía líneas aerodinámicas ni escudo térmico. Constaba de dos etapas: la Etapa de Descenso, un marco octogonal que albergaba el motor de descenso de empuje regulable, las patas de aterrizaje y los equipos científicos externos, además servía como plataforma de lanzamiento para abandonar la Luna; y la Etapa de Ascenso, la cabina presurizada para dos astronautas. Contenía el motor de ascenso que debía encenderse una sola vez con combustible hipergólico³¹ para regresar a la órbita lunar y acoplarse nuevamente con el CSM.

Cronología de las misiones

En las Misiones Preparatorias (no tripuladas) entre 1961 y 1968, la NASA realizó múltiples lanzamientos automáticos utilizando los cohetes Saturno I, Saturno IB y las primeras versiones del Saturno V (misiones Apolo 4, 5 y 6). Estas pruebas validaron la integridad estructural del cohete, el comportamiento de las etapas y el rendimiento de los motores en el vacío.

El programa Apolo tuvo el peor inicio posible: el 27 de enero de 1967 un cortocircuito en una atmósfera rica en Oxígeno provocó un incendio que dejó como víctimas a los tres astronautas que trabajaban en un simulador. Este desastre paralizó el programa durante 20 meses, obligando a un rediseño radical de los trajes espaciales, el cableado interno y el sistema de apertura de la escotilla, salvando indirectamente las vidas de futuras tripulaciones.

Los lanzamientos de los Apolo del II al VI sirvieron para probar sistemas de vuelo. A partir de allí se realizaron misiones tripuladas:

- Apolo 7: durante octubre de 1968, fue la primera prueba tripulada del Módulo de mando y servicio en órbita baja.

³¹ Un combustible hipergólico es aquel que entra en combustión espontánea al entrar en contacto con su oxidante, sin necesidad de una fuente de ignición externa (como una chispa). Esta tecnología elimina los complejos sistemas de encendido y permite que los motores se enciendan y apaguen repetidamente en el vacío del espacio. Extraído de <https://danielmarin.naukas.com/2010/03/21/combustibles-hipergolicos-no-toxicos/>

- Apolo 8: el Salto al Vacío Cislunar (es la región del espacio que se extiende entre la Tierra y la Luna) en diciembre de 1968. Los astronautas Frank Borman, Jim Lovell y William Anders se convirtieron en los primeros humanos en abandonar la gravedad terrestre, capturando la famosa fotografía "Earthrise" (Amanecer de la Tierra), que impulsó la conciencia ecológica global.
- Apolo 9: durante marzo de 1969, fue la prueba completa del Módulo Lunar en órbita terrestre.
- Apolo 10: durante mayo de 1969, fue un ensayo general; con una órbita del módulo lunar a 14,4 km de la Luna.
- Apolo 11: el 16 de julio de 1969, el Saturno V despegó del Complejo 39A del Centro Espacial Kennedy de la NASA en Florida (EE. UU.). El 20 de julio, el Módulo Lunar Eagle se separó del Módulo de Mando Columbia. Durante el descenso, la tripulación lidió con las alarmas del ordenador de guía causadas por un exceso de datos en el radar de aproximación. Al notar que el sistema automático los dirigía hacia un cráter lleno de rocas grandes, Neil Armstrong tomó el control manual y pilotó la nave horizontalmente, asentando el módulo en el Mar de la Tranquilidad con apenas 25 segundos de combustible de reserva restantes. A las 10:56 p.m. EDT (hora del verano oriental), Armstrong pisó el suelo lunar diciendo su histórica frase: "Es un pequeño paso para el hombre, un gran salto para la humanidad".
- Apolo 12: durante noviembre de 1969, fue un alunizaje de precisión junto a la sonda Surveyor 3.
- Apolo 13: el 13 de abril de 1970, a más de 300,000 kilómetros de la Tierra, un cortocircuito provocó la explosión del tanque de oxígeno número 2 en el Módulo de Servicio. La nave perdió electricidad, agua y su suministro principal de oxígeno. Para sobrevivir, la tripulación compuesta por Jim Lovell, Jack Swigert y Fred Haise tuvo que evacuar el Módulo de Mando y utilizar el Módulo Lunar Aquarius como un "bote salvavidas". Ingenieros en Houston diseñaron adaptadores improvisados con cartón y cinta plástica para utilizar los filtros de dióxido de carbono del Módulo de Mando en el sistema del Módulo Lunar. Utilizando la gravedad de la Luna para impulsarse de regreso (trayectoria de retorno libre), la tripulación amerizó sana y salva en el Océano Pacífico el 17 de abril.
- Apolo 14: durante enero de 1971, fue un retorno científico; se realizó una caminata en la región lunar de Fra Mauro.

- Apolo 15: durante Julio de 1971, fue la primera misión tipo J; con uso del vehículo lunar (LRV).
- Apolo 16: durante abril de 1972, fue una exploración de las tierras altas de las Cayley.
- Apolo 17: durante diciembre 1972, fue la última misión tripulada; con intenciones de realizar estudios de geología avanzada.

Las últimas tres misiones (Apolo 15, 16 y 17) se clasificaron como misiones de tipo "J", caracterizadas por una profunda orientación científica y una estancia extendida en la superficie de hasta tres días. Se probó el Vehículo de Ambulación Lunar, el LRV o "Rover Lunar". Cada misión desplegaba una estación científica alimentada por un Generador Termoeléctrico de Radioisótopos (RTG) de plutonio-238. Los instrumentos incluían: sismómetros, con los que detectaron "lunamotos" y permitieron mapear las capas internas de la Luna; magnetómetros, con los que midieron el magnetismo residual en la corteza lunar; reflectores láser de retro perfil (LRRR), matrices de prismas que reflejan pulsos láser emitidos desde observatorios terrestres y se siguen usando hoy en día para medir la distancia exacta Tierra-Luna con precisión milimétrica, usados para confirmar que la Luna se aleja 3.8 cm por año.

El análisis en laboratorios terrestres de las muestras de roca traídas por el programa Apolo transformó por completo las ciencias planetarias: muestras de Anortosita (La "Roca de la Génesis"), recogida por el Apolo 15, demostraron que la Luna primitiva estuvo cubierta en su totalidad por un océano de magma líquido flotante. Además, la asombrosa similitud geoquímica e isotópica entre el oxígeno de las rocas lunares y las terrestres descartó teorías previas de captura independiente y confirmó que la Luna se formó hace unos 4,500 millones de años a partir de los escombros resultantes del impacto de un protoplaneta del tamaño de Marte (llamado Tea) contra la Tierra primitiva.

El fin del proyecto

El programa concluyó formalmente en diciembre de 1972 con el regreso del Apolo 17. Las misiones siguientes fueron canceladas por el Congreso debido al recorte presupuestario y la pérdida de interés del público tras cumplirse el objetivo geopolítico. El costo total estimado del programa ascendió a unos 25.4 mil millones de dólares de la época (equivalentes a más de 150 mil millones de dólares actuales), llegando a absorber más del 4% del presupuesto federal total de EE.UU. a mediados de la década de 1960. A

pesar de su cese, el impacto tecnológico derivado del programa sentó las bases de la sociedad de la información, el desarrollo de materiales sintéticos avanzados, sistemas de purificación de agua y tecnologías médicas modernas de monitoreo que se utilizan cotidianamente en la actualidad. El Programa Apolo se mantiene en la memoria colectiva como uno de los mayores hitos de exploración técnica colectiva jamás alcanzados por la especie humana.

EL PROYECTO ARTEMIS

¿Por qué volvemos a la Luna después de más de 50 años?

Hay varias respuestas para estas preguntas. La agencia aeroespacial de EE.UU. (NASA) propone tres objetivos principales: enviar astronautas a misiones cada vez más difíciles para explorar una mayor parte de la Luna con fines de descubrimiento científico, beneficios económicos y para sentar las bases de las primeras misiones tripuladas a Marte.³²

El primer objetivo tiene sentido en el hecho que la exploración directa de la superficie lunar es menos del 5% de la superficie total más allá de que con naves se han mapeado casi un 99% de la superficie.

El segundo se refiere a la exploración y explotación de recursos minerales. Por ejemplo, el regolito (el polvo lunar) es rico en oxígeno, silicio, hierro aluminio y calcio. También el hielo concentrados en cráteres de sombra y distintas tierras raras son relevantes como recursos naturales buscados para el desarrollo de bases permanentes en la Luna. Y algo no menor es que permite el ingreso de la industria privada como promotora de investigación y exploración espacial.

El tercer punto es el objetivo más ambicioso: sentar las bases para la exploración tripulada hacia Marte.

Pero los objetivos inmediatos del programa son volver a explorar la Luna y llevar a «la primera mujer y el próximo hombre», específicamente a la región lunar del polo sur para 2028 y desarrollar una base permanente o semipermanente en la superficie lunar para la década del 2030.

Objetivos de cada misión:

³² <https://www.nasa.gov/humans-in-space/artemis/>

Artemis I: tuvo como objetivo llevar una nave no tripulada al espacio y orbitar la Luna para verificar la seguridad del sistema. Fue lanzado el 16 de noviembre de 2022 y finalizó el 11 de diciembre del mismo año.

Artemis II: primera misión tripulada del programa, contando con 4 tripulantes. Logró orbitar con éxito alrededor de la Luna y volver. Se lanzó el 1 de abril de 2026 y volvió el 10 de abril del mismo año.

Artemis III: su misión será probar las capacidades de encuentro y acople entre el módulo Orion y naves comerciales, necesarias para alunizar en el futuro. Se lanzará en 2027.

La tripulación anunciada el 9 de junio de 2026 está integrada por:

Randy Bresnik (NASA): Comandante de la misión.

Luca Parmitano (Agencia Espacial Europea - ESA): Piloto y el primer europeo asignado a un programa Artemis.

Frank Rubio (NASA): 1er. Especialista de misión.

Andre Douglas (NASA): 2do. Especialista de misión.

Artemis IV: su misión es alunizar de nuevo después de 56 años. Se planea lanzar en 2028.

Una vuelta no exenta de problemas

El desarrollo de nuevos materiales, motores con mayor potencia, cohetes con mayor carga útil, nuevos combustibles y dispositivos que mejoraron la navegación y la electrónica no quiere decir que el proyecto no haya sufrido eventos que han retrasado varias veces a la misión. Hemos seleccionado los siguientes:

Problemas de la nave Orión: fallos del escudo térmico y problemas de propulsión con el Artemis I.

Trajes: hubo un retraso significativo con la creación de los trajes AxEMU de Axiom Space. Son nuevos trajes que permiten una mayor movilidad y se ajustan mejor a los distintos cuerpos de las y los astronautas.

Módulo de alunizaje: retrasos por parte de Blue Origin y SpaceX durante la creación del módulo lunar.

Artemis II: el lanzamiento estaba previsto para 2024, pero se aplazó a 2025 y luego a 2026.

Fallos durante pruebas del cohete SLS: aparición de fugas de hidrógeno líquido y problemas en el flujo de helio durante las pruebas de cuenta regresiva.

CURIOSIDADES SOBRE ARTEMIS II

Objetivos

El principal objetivo era lograr que una misión tripulada sobrevuele la luna. Otros objetivos importantes son: obtener datos de validación técnica, confirmar que todos los sistemas de la nave espacial Orion funcionen correctamente; probar el sistema vital (sistemas que mantienen a los astronautas con vida, aire y temperatura adecuada) y realizar investigaciones biomédicas para recopilar datos fisiológicos de la tripulación en el espacio profundo evaluando la respuesta del organismo humano.

Tripulación

La misión Artemis II fue tripulada por cuatro especialistas. Reid Wiseman, el comandante (EE.UU.), antes de participar en el programa era aviador naval y piloto de pruebas. Victor Glover (EE.UU.), el piloto de la misión, anteriormente fue capitán de navío de la armada de Estados Unidos, también fue el piloto de la nave SpaceX Crew Dragón hacia la Estación Espacial Internacional. La especialista de la misión fue Christina Koch (EE.UU.), ingeniería eléctrica y física, quien estableció el récord del vuelo espacial más largo realizado por una mujer con 328 días consecutivos en la Estación Espacial Internacional. En conjunto finaliza con Jeremy Hansen (Canadá), quien forma parte de la Agencia Espacial Canadiense y que también tuvo el rango de capitán en la Real Fuerza Aérea Canadiense.

Glover se convirtió en la primera persona de origen afroamericano, Koch en la primera mujer, Hansen en el primer no estadounidense y Wiseman en la persona con más edad en viajar a la Luna.

Nave y cohete

El cohete utilizado durante la misión Artemis II fue el SLS (Space Launch System) es el sistema de propulsión más poderoso del mundo desarrollado por la NASA, mide aproximadamente 98 metros, contiene más de 3 millones de litros de combustible líquido (hidrógeno y oxígeno) y dos grandes propulsores en las partes laterales del cohete.

Posee un sistema de aborto que consiste en una punta con torre de escape, diseñado para alejar rápidamente la cápsula Orion en caso de ser necesario.

La nave Orion es una cápsula que alberga a los astronautas durante todo el trayecto, tiene el panel de control, sistemas de navegación, área para calentar alimentos, agua potable y un nuevo sistema para el inodoro adaptado al espacio.

Etapas

La misión Artemis II consistió en un vuelo tripulado de 10 días alrededor de la Luna, completado con éxito tras su despegue el 1 de abril de 2026. El viaje a bordo de la nave Orión se dividió en seis etapas principales las cuales se desarrollaron de la siguiente manera:

1. Lanzamiento

El viaje comenzó en el Centro Espacial Kennedy en Florida. Durante los primeros ocho minutos de despegue, la nave superó los 27.000 km/h para escapar de la gravedad terrestre y alcanzar una órbita inicial segura.

2. Comprobación de sistemas

Ya en el espacio, la etapa superior del cohete impulsó a la nave Orión hacia una órbita terrestre muy alta. Los cuatro astronautas probaron los sistemas de soporte vital, propulsión y tomaron el control manual de la nave para comprobar su maniobrabilidad en el espacio profundo y así ir a la luna.

3. Inyección transular

Una vez confirmados todos los sistemas, la nave se separó de la etapa superior del cohete. Mediante un potente encendido de los motores, la nave Orión inició su trayectoria definitiva hacia la Luna, avanzando a través de un viaje sin propulsión humana directa.

4. Sobrevuelo lunar

En el punto medio del viaje, la nave rodeó la cara oculta de la luna, pasando a unos 7.000 km de su superficie. Durante esta fase, los tripulantes realizaron observaciones científicas, tomaron fotografías de la cara oculta y experimentaron la ausencia de comunicación temporal al situarse detrás del satélite.

5. Viaje de regreso

Aprovechando la fuerza gravitacional lunar y el impulso previo, la nave tomó el camino de vuelta a la Tierra. En esta etapa sin maniobras críticas, los astronautas aprovecharon el tiempo para realizar distintos experimentos y preparar la llegada.

6. Reentrada y amerizaje

A 122 km de altitud, la nave inició el descenso, donde la fricción con la atmósfera frenó y expuso su escudo térmico a temperaturas de 1.500 °C . Finalmente, se desplegaron los paracaídas principales, permitiendo que la cápsula Orión amerizara suavemente en el océano Pacífico, cerca de las costas de California.

Resultados

La misión Artemis II logró un gran paso para poder volver a poner humanos en la luna al mandar a cuatro tripulantes a orbitar la luna. Además, rompió récords históricos al llevar a la tripulación a una distancia de 406.000 kilómetros de la Tierra, superando el hito de la misión Apolo 13 como el viaje tripulado más lejano en el espacio profundo. La prueba de 10 días sirvió para medir exactamente cómo interactúan los humanos con los sistemas de la nave espacial Orion ante fallas reales y condiciones extremas de órbita.

Participación de Argentina en la misión

Nuestro país participó en la misión con un satélite tipo Cubesat³³ llamado ATENEA. El proyecto se inició con una propuesta de NASA para que Argentina presente una

³³ El satélite argentino es un CubeSat, lo que significa que tiene un formato y tamaño estandarizado. Está formado por 12 cubos de 10x10x10 cm. En total es un instrumento de unos 20x20x30 cm, con el aspecto de una caja.

propuesta por una de las 4 plazas de “carga útil secundaria” que iba a tener la misión Artemis II.

ATENEA fue elegido entre 60 propuestas junto con satélites de Arabia Saudita, Corea del Sur y Alemania.

El satélite tuvo varios objetivos entre los que se contaba afianzar la soberanía tecnológica argentina en la construcción y operatividad de dispositivos satelitales y fue construido en conjunto por varias Universidades y centros tecnológicos de nuestro país.³⁴

Más allá de la efímera vida de la misión (duró solamente 20 horas), ATENEA se convirtió en el objeto argentino que viajó mas lejos hasta ahora de nuestro planeta, unos 70.000 km.

Los objetivos que cumplió consistieron en: consolidar grupos especializados en el diseño y construcción de dispositivos satelitales del tipo Cubesat; medir las dosis de radiación desde la órbita terrestre baja hasta el espacio profundo; testear equipos diseñados para registrar mediciones de fotones en el espectro visible; relevar datos de GPS para hacer más efectivas operaciones en órbitas altas y espacio profundo y fomentar los esfuerzos de colaboración entre CONAE y la NASA dentro del programa Artemis.

Bibliografía:

- CONAE. (2026, 8 de abril). *El microsatélite argentino ATENEA cumplió con éxito su misión experimental en Artemis II.*
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-microsatelite-argentino-atenea-cumple-con-exito-su-mision-experimental-en-artemis-ii>
- CONAE. (2026, 20 de abril) *ATENEA: Artemis II Secondary Payload*
<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/atenea>
- CONICET. (2026,6 de abril). *Un equipo del CONICET participó del desarrollo de ATENEA: el satélite argentino que acompañó el lanzamiento de Artemis II*
<https://www.conicet.gov.ar/un-equipo-del-conicet-participo-del-desarrollo-de-atenea-el-satelite-argentino-que-acompano-el-lanzamiento-de-artemis-ii/>

³⁴ Además de los equipos de la CONAE y del IAR, los grupos argentinos involucrados en el desarrollo de ATENEA pertenecen a las facultades de ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y de la Universidad de Buenos Aires (UBA), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la empresa Veng, S.A.

- Marin, D. (2010, 21 de marzo). *Combustibles hipergólicos no tóxicos*. Naukas. Eureka. El blog de Daniel Marín.
<https://danielmarin.naukas.com/2010/03/21/combustibles-hipergolicos-no-toxicos/>
- NASA. (2026, 1 de abril). *Artemisa II*. <https://www.nasa.gov/mission/artemis-ii/>
- NASA. (2026, 11 de junio). *Guía de referencia de la nave Orion*.
<https://www.nasa.gov/reference/orion-spacecraft/#hds-sidebar-nav-1>
- RICE UNIVERSITY. (2022, 12 de septiembre). *Elegimos ir a la Luna*.
https://www-rice-edu.translate.goog/jfk-speech?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sqe

2.9. INTA EN LA ENCRUCIJADA

Implicancias del desguace para el desarrollo tecnológico y la producción en nuestro país

Cabral Carolina³⁵, Godoy Gisela³⁶ y Miraglio Romina³⁷

"Es preciso democratizar la toma de decisiones tecnológicas. La orientación del desarrollo tecnológico no puede provenir del mercado, ni del lucro empresario, ni de intereses tecnocráticos, ni de una racionalidad instrumental; antes bien es menester desplegar un pensamiento crítico y una voluntad emancipadora al servicio del Bien Común." Carlos Marpegán (2021, p.29)

Resumen

El artículo analiza el papel estratégico del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) como organismo clave para el desarrollo científico, tecnológico y productivo de la Argentina. Desde una perspectiva de la Educación Tecnológica, se sostiene que la tecnología constituye un proceso social y político, vinculado con la construcción de soberanía, autonomía e inclusión, y no únicamente como un conjunto de herramientas o innovaciones técnicas. En este marco, se examina la trayectoria histórica del INTA, su presencia territorial, especialmente en la provincia de Entre Ríos, y sus principales aportes en investigación, extensión rural, innovación tecnológica, mejoramiento genético, agricultura de precisión y promoción de prácticas agroecológicas. Asimismo, el trabajo reflexiona sobre las consecuencias que tendría el debilitamiento o desmantelamiento de esta institución para la generación de conocimiento, la democratización del acceso a la tecnología, el fortalecimiento de las economías regionales y la soberanía tecnológica nacional. Finalmente, se plantea la necesidad de sostener políticas públicas que consoliden organismos científico-tecnológicos capaces de impulsar un modelo de desarrollo productivo, equitativo y sustentable.

³⁵Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista en Robótica Educativa y programación. Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS

³⁶Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista en Educación y TIC (INFoD). Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS y FCyT

³⁷Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. Docente de la FHAYCS y FCyT

Palabras clave: INTA - Soberanía tecnológica - Desarrollo tecnológico - Educación Tecnológica

El INTA: Baluarte de la Soberanía Tecnológica y el Desarrollo Nacional, una Perspectiva Crítica desde una mirada educativa

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un pilar fundamental en la construcción de una Argentina con mayor autonomía y soberanía, especialmente en un contexto donde el futuro de instituciones clave para el desarrollo tecnológico³⁸ nacional se ve amenazado. Para ello reflexionamos sobre cómo la tecnología, lejos de ser un campo neutral, es inherentemente política y porta una intencionalidad profunda, moldeando las relaciones de poder y las posibilidades de desarrollo de una nación. Esto nos invita desde la mirada de la Educación Tecnológica³⁹ poder comprender la tecnificación no como un simple proceso de incorporación de máquinas o herramientas, sino como un proceso social complejo que implica la interacción entre saberes, prácticas, contextos y propósitos. En este sentido, el rol del INTA trasciende la mera provisión de soluciones técnicas; se configura como un agente clave en la democratización del acceso al conocimiento y en la construcción de capacidades locales. Al promover la tecnificación con un enfoque crítico y contextualizado, el INTA contribuye a que los productores, especialmente los pequeños, puedan no solo utilizar la tecnología, sino también comprenderla, adaptarla y, en muchos casos, generarla, fortaleciendo así su autonomía y la soberanía tecnológica⁴⁰ del país frente a los dictados de mercados externos o grandes corporaciones.

³⁸ “Refiere al proceso evolutivo que han experimentado históricamente las técnicas y los sistemas tecnológicos, obedeciendo a diferentes causas, factores y estímulos culturales, sociales, económicos, políticos, etc [...] Se trata de un fenómeno complejo que, como tal, presenta innumerables rasgos positivos, pero también ciertos aspectos conflictivos que han puesto en duda la noción de ‘progreso’” (Marpegán 2021).

³⁹ “Educación Tecnológica (como espacio curricular, con mayúsculas): Es una disciplina escolar que se estructura en base a los conceptos, símbolos, procedimientos y valores de nuestra civilización tecnológica [...] la Educación Tecnológica, en tanto espacio curricular, tiene al menos tres dimensiones muy notables que le otorgan su especificidad: una dimensión ontológica: los objetos, procesos y sistemas técnicos (esencia, atributos, evolución y propiedades); una dimensión epistemológica: el conocimiento tecnológico (ver); y una dimensión sociocultural – educativa: la didáctica específica y los procesos de aprendizaje. Asimismo, la Educación Tecnológica articula dos facetas: una es el desarrollo de la inteligencia y del pensamiento tecnológico (crítico y multidimensional), y la otra faceta es la adquisición de capacidades personales y ciudadanas para la vida cotidiana en el contexto actual” (Marpegán, 2021).

⁴⁰ “[...] 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).

El INTA: Génesis y Evolución de una Institución Estratégica

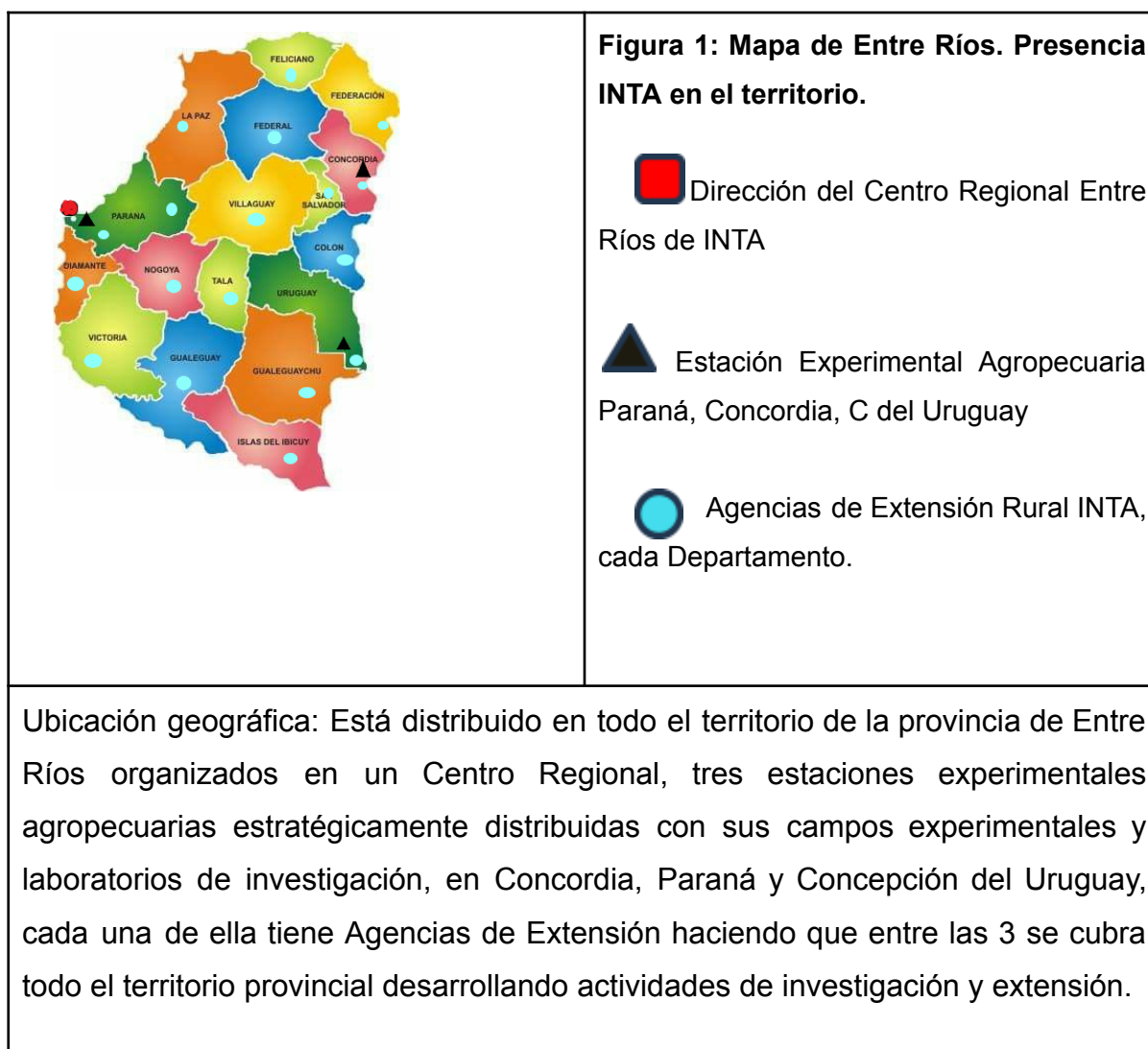
El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) fue creado a fines de 1956 con una visión clara: constituir una herramienta política para la investigación, generación y extensión de tecnologías destinadas a mejorar la producción primaria del país (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015). Desde sus inicios, su misión se centró en "impulsar y vigorizar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria con el fin de acelerar la tecnificación y el mejoramiento de la empresa agraria y la vida rural" (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015). Esta premisa fundacional estableció un vínculo indisoluble entre tecnología, desarrollo productivo y bienestar rural.

A lo largo de su historia, el trabajo del INTA ha sido crucial para el sector agropecuario argentino, impulsando su crecimiento y sostenibilidad. Como organismo público descentralizado con autarquía operativa y financiera, ha logrado mantener una presencia territorial significativa mediante estaciones experimentales y agencias de extensión rural en todo el territorio nacional, lo que le permite abordar las problemáticas específicas de cada región (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015).

La mirada en territorio: en el país y en la provincia de Entre Ríos⁴¹



⁴¹ Fuente consultada <https://www.argentina.gob.ar/inta>



Prácticas Tecnológicas y Desarrollo para Productores:

El INTA no sólo genera conocimiento, sino que lo transfiere directamente a los productores, adaptándose a sus necesidades y realidades. Por ejemplo, en Entre Ríos, el INTA ha establecido un vínculo de más de 30 años con el gobierno provincial y sus ministerios, colaborando en programas como Cambio Rural y desarrollando tecnología aplicada a cadenas productivas como la arrocería, avícola y bovina.

Más allá de la escala macro, la intervención del INTA se materializa en prácticas tecnológicas específicas que benefician directamente a los productores. En el manejo de

plagas, el instituto ha desarrollado y difundido estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP), que reducen la dependencia de agroquímicos. Un ejemplo de esto es la aplicación *SisMoFrutal*, diseñada para monitorear cultivos frutales como manzano y peral, y prevenir el desarrollo de insectos como la carpocapsa, principal plaga de estos frutales. Esta herramienta permite a los productores tomar decisiones informadas sobre el momento óptimo para la intervención, basándose en la acumulación de carpogrados y la consulta de datos disponibles en la web del INTA. Además, el INTA promueve el uso de métodos agroecológicos y la preparación de bioinsumos como macerados y purines para el control de insectos y enfermedades en huertas familiares, ofreciendo alternativas a los productos sintéticos.

En cuanto a la mejora del rendimiento y la sostenibilidad de las producciones, el INTA ha impulsado tecnologías de agricultura de precisión, incluyendo el uso de drones, sensores y sistemas de información geográfica, que permiten una gestión más eficiente de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas, optimizando la productividad y reduciendo el impacto ambiental. Sus programas de mejoramiento genético han resultado en la obtención de razas ganaderas más productivas y adaptadas a las condiciones locales, fortaleciendo la competitividad del sector.

Nuevas Tecnologías Desarrolladas por INTA

El INTA no solo transfiere tecnología, sino que es un activo generador de innovaciones propias, muchas de ellas cruciales para la soberanía tecnológica del país (Agrofy News, 2019):

- Variedades de cultivos y semillas: Pionero en el desarrollo de variedades de trigo panificable de alto rendimiento y resistentes a enfermedades (Seed World, 2024). Ha desarrollado variedades de algodón resistentes al picudo algodonero y ha aportado cultivares propios de cannabis medicinal (como "Cannawine INTA-ACCS"), aprobados oficialmente para su cultivo (Bichos de Campo, 2023).
- Biológicos y vacunas: En sanidad animal, junto al CONICET y a través de la empresa de base tecnológica Bioinnovo, creó Bioinnovo IgY DNT para la prevención de la Diarrea Neonatal del Ternero y Vedevax Block, la primera vacuna direccionada a subunidad contra el Virus de la Diarrea Viral Bovina (Bioinnovo, 2019).

- Plataforma de nanoanticuerpos VHH: Innovación de vanguardia basada en camélidos (llamas y guanacos) para la neutralización de virus en humanos y animales, con impacto directo en la salud pública y veterinaria (Agrofy News, 2019).
- Innovaciones para la Agricultura Familiar: Mediante el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar (CIPAF), diseña maquinarias adaptadas a la escala de los pequeños productores, articulando activamente con PYMES y fabricantes locales (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015).

En el marco del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2015-2030, el organismo reafirma su compromiso con el desarrollo nacional y la gestión de la innovación en el Sistema Agropecuario, Agroalimentario y Agroindustrial (SAAA), atendiendo desafíos como el cambio climático, la sostenibilidad ambiental y las demandas globales (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015).

Tejiendo redes

INTA, junto a otros organismos vinculados a la ciencia y tecnología conformaron una plataforma de trabajo para coordinar acciones que se complementen con los planes de prevención y control dispuestos por los organismos de fiscalización vegetal en cada país. Esta plataforma, se ejecuta mediante un proyecto del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) este organismo internacional, mediante la cooperación busca promover ciencia, desarrollo e innovación en América Latina y el Caribe, con el objeto de impulsar la competitividad agropecuaria, el manejo sostenible de los recursos naturales y la seguridad alimentaria.

La finalidad de este proyecto es prevenir el avance del HLB en la región para evitar la ruptura del entramado socioeconómico y productivo que constituye la cadena citrícola en la región, Se propone adaptar, difundir y concientizar la tecnología del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP) en el control del vector del HLB de los cítricos en la agricultura familiar (AF) en Argentina, Uruguay, Paraguay y Bolivia a través de lotes demostrativos en campo de productores citrícolas en cada región, En Entre Ríos se establecieron en Concordia, Federación y Chajarí, brindando asesoramiento y control a la zona del NEA.

Tecnología, Desarrollo, Autonomía y Soberanía: Un Entramado Indivisible

La labor del INTA es un ejemplo palpable de cómo no puede escindirse a la tecnología de los intereses políticos y económicos. No se trata solo de producir conocimiento o herramientas; se trata de quién las produce, para quién y con qué fines. Al desarrollar variedades de cultivos adaptadas a las condiciones locales, promover prácticas agrícolas sostenibles o capacitar a pequeños productores, el INTA ejerce una política tecnológica que busca fortalecer la autonomía de los actores rurales y, por extensión, la soberanía alimentaria y productiva del país.

La autonomía tecnológica, es decir, la capacidad de una nación para generar, adaptar y aplicar sus propias soluciones tecnológicas sin depender exclusivamente de desarrollos externos, es un pilar fundamental de la soberanía. El INTA, con sus investigaciones y su red de extensión, contribuye directamente a esta autonomía al desarrollar tecnologías "a la medida de las necesidades y problemáticas del país". Esto se contrapone a la idea de una tecnología neutral, que simplemente "llega" o "se adquiere", sin considerar las implicancias de su origen, sus intereses subyacentes y su impacto en la capacidad nacional de decidir sobre su propio futuro.

Sin el INTA, los Pequeños Productores a Merced de las Empresas Tecnológicas

La importancia del INTA para los pequeños productores no puede ser subestimada. Estos actores, que a menudo carecen de los recursos económicos y el acceso a la información que tienen los grandes conglomerados agroindustriales, se encuentran en una posición de particular vulnerabilidad. El INTA actúa como un contrapeso fundamental frente al poderío de las grandes empresas que desarrollan y comercializan semillas y agroquímicos (Página12, 2024).

Sin la investigación y el desarrollo de variedades de semillas adaptadas a las condiciones locales y accesibles para todos, los pequeños productores se verían obligados a depender exclusivamente de las variedades patentadas por grandes corporaciones. Estas semillas, a menudo transgénicas, vienen acompañadas de un "paquete tecnológico" que incluye agroquímicos específicos (herbicidas, insecticidas) a los que son tolerantes o resistentes. Esta dependencia genera un ciclo de endeudamiento y una pérdida de autonomía productiva, ya que los productores deben comprar anualmente las semillas y los insumos asociados, sujetos a los precios y condiciones impuestas por estas empresas.

El INTA, al ofrecer alternativas de semillas mejoradas genéticamente de dominio público o de bajo costo, y al promover prácticas de manejo integrado de plagas o agroecología, libera a los pequeños productores de esta dependencia. Les brinda herramientas y conocimientos para producir de manera más sostenible, reducir costos y mantener su soberanía sobre sus propios sistemas productivos. La investigación en variedades criollas o la adaptación de cultivos a condiciones climáticas específicas son ejemplos de cómo el INTA protege la biodiversidad y la capacidad de resiliencia de la agricultura familiar, garantizando que el conocimiento y la tecnología sean un bien público al servicio de la comunidad, y no una herramienta de concentración de poder.

La Implicancia de la Pérdida: Un Golpe a la Soberanía y el Futuro

En el actual escenario político-económico, las denuncias sobre un posible cierre, vaciamiento o desguace del INTA representan una grave amenaza para la soberanía y el desarrollo argentino. Los artículos periodísticos recientes dan cuenta de la profunda preocupación en distintas regiones del país (Cadena 3, 2024; Pulsos Noticias, 2024). Se habla de protestas de trabajadores ante el posible cierre de agencias y el despido de 1.500 empleados a nivel nacional, lo que afectaría directamente a cientos de productores de la agricultura familiar que quedarían sin acompañamiento técnico ni respaldo institucional.

Un cierre o desmantelamiento del INTA implicaría la pérdida irreparable de décadas de investigación y conocimiento acumulado, un capital humano de excelencia, y una infraestructura de laboratorios y estaciones experimentales que tardarán generaciones en reconstruirse. Más allá de los números, se perdería la capacidad de generar soluciones tecnológicas propias para los desafíos agropecuarios, aumentando la dependencia de paquetes tecnológicos extranjeros y limitando la capacidad de respuesta del país ante crisis productivas, ambientales o alimentarias. El ex Director Nacional del INTA, Héctor Espina, ha manifestado que el nuevo marco regulatorio impone un modelo centralizado y unitario, sin articulación con provincias ni cadenas de valor, y donde la extensión y las agencias territoriales tienden a desaparecer, alejando al organismo de la realidad territorial. Esta pérdida de autonomía operativa y la centralización de decisiones sin contrapesos es funcionalmente equivalente a una intervención, contradiciendo el mandato

explícito del Congreso que incluyó al INTA en la lista de organismos excluidos de cualquier intervención o transformación en la Ley 27.742.

Esto no solo afectaría a los grandes productores, sino que dejaría desamparadas a las economías regionales y a la agricultura familiar, pilares fundamentales de la producción de alimentos y el arraigo rural. En palabras de los trabajadores, "Si desaparece el INTA como lo conocemos, el Estado desaparece en muchísimos territorios". Se perdería, en definitiva, una herramienta estratégica para sostener la producción de alimentos y acompañar a quienes producen en contextos difíciles, lo que equivale a "desmantelar el futuro".

La Educación Tecnológica: Forjando Ciudadanos Críticos y Soberanos

Esta situación se vincula directamente con los propósitos de la Educación Tecnológica como espacio curricular en el sistema educativo argentino. La Educación Tecnológica no se limita a enseñar el uso de herramientas o técnicas; busca formar ciudadanos críticos capaces de comprender el entramado socio-técnico, desentrañar las intencionalidades detrás de los desarrollos tecnológicos y participar activamente en la construcción de soluciones a los problemas de su entorno.

Al estudiar el INTA y su potencial cierre, los estudiantes en Educación Tecnológica pueden analizar de primera mano cómo una institución de ciencia y tecnología puede ser un instrumento de política y soberanía. Se les permite comprender que la elección de invertir o desmantelar la investigación y el desarrollo nacional no es una decisión técnica aséptica, sino una decisión política que tiene profundas implicancias en la capacidad de un país para ser autónomo, generar riqueza distribuida y garantizar la seguridad alimentaria de su población.

La apertura del INTA a la comunidad, durante sus jornadas de puertas abiertas, posibilita que grupos escolares realicen un recorrido por sus instalaciones, acompañado de explicaciones sobre los diferentes programas de los procesos e investigaciones que contribuyen a mejorar la producción local, explorando y relacionando así distintos contenidos. Esta experiencia enriquece la comprensión y brinda herramientas valiosas para un aprendizaje significativo. Esto nos invita, desde la mirada de la Educación Tecnológica, a observar un proceso social complejo donde interactúan saberes, prácticas, contextos y propósitos.

La defensa del INTA no es solo la defensa de una institución sino la defensa de un modelo de desarrollo basado en la soberanía tecnológica, la autonomía productiva y la inclusión social. Es un llamado a reconocer que la tecnología es un campo de disputa donde se juegan los destinos de una nación, y que, sin una política tecnológica nacional robusta, el camino hacia un desarrollo genuino y equitativo se torna mucho más escarpado.

Enlaces de Artículos Periodísticos sobre la situación del INTA:

Aznar, M. (2025, 15 de julio). *Trabajadores del INTA protestan en Ruta 22 contra el posible cierre de agencias.*

<https://diario10.com.ar/trabajadores-del-inta-protestan-en-ruta-22-contra-el-posible-cierre-de-agencias/>

Bichos de Campo. (2023, 23 de mayo). *Con INTA y Conicet aportando cultivares, ya son 26 las variedades de cannabis aprobadas para su cultivo en el país.*

<https://bichosdecampo.com/con-inta-y-conicet-aportando-cultivares-ya-son-26-las-variedades-de-cannabis-aprobadas-para-su-cultivo-en-el-pais/>

Cadena 3 Argentina. (2025, 3 de julio). *Preocupación en la Estación Experimental del INTA por un posible cierre inminente.*

https://www.cadena3.com/noticia/politica-y-economia/preocupacion-en-la-estacion-experimental-del-inta-por-un-posible-cierre-inminente_439940

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). (2024, 25 de julio). *El CONICET y el INTA: socios estratégicos para la innovación en el agro.*

<https://www.conicet.gov.ar/el-conicet-y-el-inta-socios-estrategicos-para-la-innovacion-en-el-agro/>

Degano, N. (2019, 14 de noviembre). *"Vacunas, biocontroladores y edición génica: los 6 logros tecnológicos que se destacan del INTA".* Agrofy News.

<https://news.agrofy.com.ar/noticia/184123/vacunas-biocontroladores-y-edicion-genica-6-logros-tecnologicos-que-se-destacan-inta>

Diario Jornada. (2017, 2 de noviembre). *INTA desarrolló una aplicación para controlar plagas.*

https://www.diariojornada.com.ar/199565/magazine/el_inta_desarrollo_una_aplicacion_para_controlar_plagas

Federación Argentina del Citrus. (2019, 21 de octubre). *Una alianza internacional para la lucha contra el HLB.* <https://www.federcitrus.org/una-alianza-internacional-para-la-lucha-contra-el-hlb/>

INTA Informa. (2010, 29 de diciembre). *"Aportes del INTA a las cadenas agrícolas"* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=-RJmMY33zP8>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2012). *Máquinas y herramientas para la agricultura familiar: Tecnologías apropiadas para la agricultura familiar. Memoria, análisis y propuestas. II Encuentro del Mercosur ampliado*. Ediciones INTA.
<http://fediap.com.ar/administracion/pdfs/Tecnolog%C3%ADas%20Apropiadas%20para%20la%20Agricultura%20Familiar%20-%20INTA.pdf>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2023). *Control de plagas en la huerta* [Cartilla de divulgación].
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/08/inta_control_de_plagas_en_la_huerta.pdf

La Nación. (2025, 8 de julio). *Punto por punto: qué modificó Milei en el INTA y qué va a pasar con otro organismo* clave.
<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/punto-por-punto-que-modifico-milei-en-el-inta-y-que-va-a-pasar-con-otro-organismo-clave-nid08072025/>

López, M. (2025, 17 de julio). *En defensa del INTA: Trabajadores, productores y científicos rechazan su vaciamiento*. Página/12.
<https://www.pagina12.com.ar/842604-en-defensa-del-inta-trabajadores-productores-y-cientificos-r>

LT Ingeniería S.A. (2024, 23 de mayo). *Los importantes aportes del INTA en la agroindustria privada argentina*.
<https://www.ltingeneria.com.ar/blog/los-importantes-aportes-del-inta-en-la-agroindustria-privada-argentina>

Perfil Noticias. (2025, 9 de julio). *INTA: está...no lo entenderías*.
<https://noticias.perfil.com/noticias/economia/inta-estano-lo-entenderias.phtml>

Pulso Noticias. (2025, 3 de julio). *Al borde del vaciamiento: trabajadores del INTA denuncian cierre, ajuste y posible privatización*.
<https://pulsonoticias.com.ar/al-borde-del-vaciamiento-trabajadores-del-inta-denuncian-cierre-ajuste-y-posible-privatizacion/>

Seed World. (2025, 6 de junio). *INTA Presenta Variedades de Trigo Panificable de alto Rendimiento y Resistentes a Enfermedades para Argentina*.
<https://www.seedworld.com/latam/2025/06/06/inta-presenta-variedades-de-trigo-panificable-de-alto-rendimiento-y-resistentes-a-enfermedades-para-argentina/>

Bibliografía

Marpegán, C. (2021). *Glosario de la educación tecnológica: Construyendo nociones y conceptos*. [GLOSARIO DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA - Construyendo nociones y conceptos](#)

2.10. SOBERANÍA METEOROLÓGICA

La Importancia Estratégica del SMN para una Argentina autónoma

Gisela Godoy⁴²

“No hay viento favorable para la nave que no sabe adónde se dirige” (Séneca)

Resumen

El presente artículo analiza el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) argentino desde la perspectiva de la Educación Tecnológica, posicionándolo como un componente crítico de la infraestructura nacional y un ejercicio irrenunciable de soberanía técnica y política. Frente al actual contexto de desfinanciamiento, despidos masivos y el avance de la dependencia de aplicaciones móviles extranjeras, se examina el riesgo que implica dismantelar las capacidades locales de observación y procesamiento de datos. Asimismo, se valoran los activos estratégicos de vanguardia, tales como la supercomputadora Clementina XXI y la red de radares SINARAME, destacando su rol indispensable en la seguridad aeronáutica, la prevención de desastres y la gestión de riesgos locales. Desde una mirada pedagógica situada, se propone al SMN como un objeto de estudio paradigmático para fomentar el pensamiento crítico sobre los sistemas sociotécnicos, desmitificando la neutralidad de la técnica y reafirmando que el acceso a la información climática es un derecho fundamental y un pilar estratégico para el desarrollo autónomo de la nación.

Palabras clave: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) - Soberanía tecnológica - Educación Tecnológica - Sistemas sociotécnicos.

⁴² Profesora de Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista en Educación y TIC (INFoD) . Prof. Adjunta de la cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica. Docente del Profesorado en Educación Tecnológica de FCyT- Universidad Autónoma de Entre Ríos Realizó tutorías en distintos programas y seminarios. Participó en las distintas capacitaciones llevadas adelante por la cátedra. Actualmente cursando el Doctorado en Educación con mención en las Didácticas Específicas de la UADER. godoy.gisela@uader.edu.ar

Vigías del Cielo: El Rol Estratégico del SMN

La meteorología suele percibirse erróneamente como un mero pronóstico cotidiano para decidir actividades de ocio. Sin embargo, desde una perspectiva de la Educación Tecnológica, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) debe ser analizado como un componente crítico de la infraestructura nacional. En un proyecto de país independiente y autónomo, la capacidad de generar, interpretar y gestionar datos sobre el propio territorio es un ejercicio de soberanía técnica⁴³ irrenunciable.

El SMN: Entre la Historia y la Vanguardia

Fundado el 4 de octubre de 1872 bajo la presidencia de Domingo F. Sarmiento, el SMN fue la primera institución científica del país y la tercera en el mundo en su tipo. Desde su creación, su misión ha trascendido la observación climática:

- Misión: Brindar información y pronósticos meteorológicos, alertas y asesoramiento sobre el estado de la atmósfera y el medio ambiente para proteger la vida y los bienes de la población, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la seguridad de la nación.
- Visión Actual: Ser un organismo de referencia internacional, líder en la generación de servicios climáticos y meteorológicos de alta calidad, sustentado en la innovación tecnológica y el capital humano especializado.

Desde la Educación Tecnológica, se entiende que la creación de estas instituciones no fue un hecho azaroso, sino una intencionalidad política clara para dotar al Estado de herramientas de control y conocimiento sobre su propio territorio.

La Falacia de las "Apps" y el Riesgo de la Dependencia Extranjera

Existe la creencia de que las aplicaciones móviles pueden reemplazar al SMN. Sin embargo, desde un análisis técnico, esto supone un riesgo severo:

- Inexactitud de las Multinacionales: Las aplicaciones comerciales utilizan modelos globales genéricos que no poseen precisión territorial. A menudo, estas empresas

⁴³ [...] 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)

privadas no cuentan con estaciones de medición en el lugar; simplemente procesan datos estadísticos distantes que carecen de validación técnica local.

- **Diferencia de Tecnologías:** Mientras el SMN utiliza sensores calibrados y una red de observadores humanos que validan la información, las empresas extranjeras ofrecen una previsión basada en algoritmos de mercado que no tienen el compromiso de la seguridad pública.
- **La Gestión del Riesgo:** Las apps no emiten alertas de corto plazo con responsabilidad legal. Esto genera una vulnerabilidad: si la información es errónea y se produce una tragedia, ¿quién se hace cargo ahora si estas empresas multinacionales quedan como únicas proveedoras de un tema tan sensible?

Impacto en la Seguridad Ciudadana y el Desarrollo Local

El desguace o la pérdida de capacidades del SMN impacta directamente en la toma de decisiones de los gobiernos locales y la población:

- **Eventos y Economía:** Las municipalidades recurren históricamente al SMN para planificar la seguridad de eventos masivos, como recitales al aire libre. Sin la precisión del servicio nacional, se pierde la capacidad de predecir fenómenos repentinos, poniendo en riesgo tanto la inversión económica como la integridad de los asistentes.
- **Prevención de inundaciones:** La detección anticipada de precipitaciones extremas es la única herramienta para activar protocolos de defensa civil en zonas pobladas. El conocimiento soberano de estos datos permite evaluar riesgos y tomar medidas preventivas para salvar vidas. Depender de una empresa extranjera para saber si una ciudad se inundará es renunciar a la protección básica de los ciudadanos.

El Cuadrante Crítico: Tecnología, Desarrollo, Autonomía y Soberanía

En las aulas enseñamos que toda tecnología es política. No existe la "neutralidad técnica": las herramientas que una nación decide desarrollar, mantener o destruir reflejan una intencionalidad estratégica.

- **Tecnología y Desarrollo:** El SMN opera infraestructuras de altísima complejidad, como el sistema de radares SINARAME desarrollado junto a INVAP, este sistema de radares meteorológicos alcanzará la cobertura del 70% del territorio continental

argentino con 21 radares. Es un ejemplo de autonomía tecnológica: Argentina decidió fabricar sus propios radares en lugar de importarlos, controlando así el software y los datos; y la supercomputadora Clementina XXI, una de las 100 más potentes del mundo. Cuenta con 5.120 núcleos y una capacidad de cálculo de 15,3 petaflops en sus aceleradoras GPU. Su potencia permite correr modelos de pronóstico propios como el modelo WRF adaptado a Argentina. No es solo para el clima; su uso es compartido con toda la comunidad científica para estudios de genómica, diseño de fármacos y modelos energéticos. Estas herramientas no son lujos; son activos productivos que impactan directamente en la competitividad de la agricultura, la eficiencia energética y la seguridad del transporte.

- **Autonomía y Soberanía:** Aquí radica el núcleo del debate. La autonomía es la capacidad de decidir sobre nuestros propios procesos técnicos. Sin un SMN fuerte, Argentina pasa a depender de datos crudos de agencias extranjeras (como la NOAA de EE. UU. o MeteoFrance). La soberanía no es solo plantar una bandera en el territorio; es el control de la información sobre ese territorio. Un país que no puede predecir sus tormentas o incendios de forma independiente es un país ciego y dependiente.

La Amenaza del Cierre: ¿Qué perdemos realmente?

El actual escenario de ajuste y el despido de 140 trabajadores especializados en abril de 2026 ponen al organismo en riesgo de colapso operativo.

Desde la mirada de la Educación Tecnológica, el cierre o vaciamiento de estas agencias implica:

- **Pérdida de Capital Humano:** El despido de científicos y técnicos especializados (más de 140 según reportes de 2026) implica décadas de formación arrojadas a la basura.
- **Seguridad Aérea:** El SMN es el encargado de brindar los partes meteorológicos obligatorios para que un avión pueda despegar o aterrizar. Sin estos datos, los aeropuertos quedan inoperativos.
- **Pérdida de Datos Históricos:** Argentina posee series de datos de más de 150 años, esenciales para entender el cambio climático global. Interrumpir estas mediciones es un daño irreversible a la ciencia mundial.

La Educación Tecnológica como herramienta de análisis soberano

Desde el espacio curricular de Educación Tecnológica⁴⁴ en Argentina, nuestro propósito pedagógico trasciende la enseñanza de herramientas; buscamos que los estudiantes dejen de ser meros consumidores pasivos para convertirse en ciudadanos críticos, capaces de analizar los sistemas sociotécnicos⁴⁵ que sostienen su realidad.

Bajo este enfoque, entendemos que la tecnología no es un objeto aislado, sino una red compleja de artefactos, conocimientos, instituciones y personas. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se presenta, entonces, como un ejemplo paradigmático para trabajar en el aula a través de tres ejes fundamentales:

- **Análisis de Procesos y Flujos de Información:** No se trata solo de medir el viento. Debemos cuestionar: ¿Cómo se transforma un dato físico (presión, humedad, temperatura) captado por un sensor en una decisión política de defensa civil (alerta temprana)? Este pasaje del dato a la acción evidencia que la técnica está siempre al servicio de la protección de la vida y los bienes, vinculando lo instrumental con lo social.
- **Impacto Social y el Factor Humano:** Es crucial desmontar la narrativa de que la tecnología es solo el "aparato". Un radar o una estación automática carecen de sentido sin la organización humana que los gestiona. El desfinanciamiento del SMN desmantela la red de observadores territoriales, cuya experiencia acumulada y presencia en el lugar son irremplazables por una aplicación de celular. Las "apps" que consultamos diariamente son solo la interfaz final de una infraestructura estatal profunda; sin el SMN, el software se queda sin alma y el territorio sin ojos.
- **Pensamiento Crítico sobre la Automatización:** En las aulas debemos discutir la idea de que la "automatización" equivale linealmente al progreso. En meteorología, es el factor humano y el análisis situado lo que valida la tecnología. La tecnificación debe

⁴⁴ "Educación Tecnológica (como espacio curricular, con mayúsculas): Es una disciplina escolar que se estructura en base a los conceptos, símbolos, procedimientos y valores de nuestra civilización tecnológica, la Educación Tecnológica, en tanto espacio curricular, tiene al menos tres dimensiones muy notables que le otorgan su especificidad: una dimensión ontológica: los objetos, procesos y sistemas técnicos (esencia, atributos, evolución y propiedades); una dimensión epistemológica: el conocimiento tecnológico (ver); y una dimensión sociocultural – educativa: la didáctica específica y los procesos de aprendizaje. Asimismo, la Educación Tecnológica articula dos facetas: una es el desarrollo de la inteligencia y del pensamiento tecnológico (crítico y multidimensional), y la otra faceta es la adquisición de capacidades personales y ciudadanas para la vida cotidiana en el contexto actual" (Marpegán, 2021).

⁴⁵ "Sistema sociotécnico: Se utiliza el término sociotécnico para aludir a sistemas complejos en los cuales existe una mutua y simultánea interacción de componentes sociales y técnicos. De modo que, en Educación Tecnológica, un sistema sociotécnico es la conjunción sinérgica de humanos, medios técnicos, actividades y procesos" (Marpegán, 2021).

estar al servicio de la soberanía, no ser una excusa para el vaciamiento de cuadros técnicos especializados que han costado décadas formar.

La integración del SMN como objeto de estudio permite a los alumnos comprender los propósitos reales de la Educación Tecnológica en nuestro contexto:

- Desmontar la Neutralidad: Reconocer que la ciencia y la técnica no son neutrales. Existe una intencionalidad en cada inversión y en cada recorte. Favorecer el desguace de estos organismos es, en última instancia, favorecer intereses ajenos al bienestar nacional.
- Valorar lo Situado: Al igual que sucede con el INTA en el ámbito agropecuario, la tecnología del SMN está diseñada "a medida" de nuestras necesidades geográficas y climáticas. La soberanía productiva y alimentaria depende de nuestra capacidad para predecir eventos extremos en nuestro propio suelo.
- La Tecnología como Derecho: El acceso a información climática precisa es un derecho ciudadano vinculado a la seguridad.

Conclusión: El Costo de la Ceguera Climática

Como docente, sostengo con firmeza que no hay desarrollo posible sin autonomía tecnológica. El Servicio Meteorológico Nacional no es un gasto burocrático; es el vigía de nuestro cielo y el soporte invisible de nuestra seguridad nacional, desde la aeronavegación hasta la siembra en el campo.

Su debilitamiento no representa un "ahorro" fiscal, sino una renuncia estratégica y una amputación de nuestra capacidad de proyectarnos como una nación soberana. En un mundo donde el cambio climático acelera los eventos extremos, renunciar a nuestra propia inteligencia meteorológica es una negligencia histórica. La soberanía tecnológica se construye con inversión sostenida y, fundamentalmente, con la defensa de lo público como el único espacio capaz de garantizar el bien común por encima del mercado.

Fuentes bibliográficas:

- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la educación tecnológica: Construyendo nociones y conceptos*.
<https://www.carlosmarpegan.com/wp-content/uploads/sites/5/2021/12/Glosario-De-La-Educacion-Tecnologica-CMM-dic-2021.pdf>

- Servicio Metereológico Nacional. *Portal oficial del Servicio Metereológico Nacional* <https://ws2.smn.gob.ar/>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020, 30 de noviembre). *Nuestra misión*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/smn/institucional/nosotros>
- Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Cronología institucional*. Argentina.gob.ar. Recuperado el 5 de agosto de 2026, de <https://www.argentina.gob.ar/smn/institucional/cronologia-institucional>

Artículos de Referencia sobre la Situación del SMN:

- C5N. (2026, abril 29). *Recortes en el Servicio Meteorológico Nacional: "No se entiende si somos esenciales por qué nos despiden"*. <https://www.c5n.com/sociedad/recortes-el-servicio-meteorologico-nacional-no-se-entende-si-somos-esenciales-que-nos-despiden-n236806>
- Canal26. (2026, abril 16). *Trabajadores del Servicio Meteorológico Nacional marcharon tras los despidos de 140 empleados por parte del Gobierno*. <https://www.canal26.com/politica/2026/04/16/trabajadores-del-servicio-meteorologico-nacional-marcharon-tras-los-despidos-de-140-empleados-por-parte-del-gobierno/>
- Diario Río Negro. (s.f.). *Ajuste en el SMN y amenaza de paro nacional*. Recuperado el 5 de agosto de 2026, de <https://www.rionegro.com.ar/sociedad/ajuste-en-el-servicio-meteorologico-nacional-ya-hubo-despidos-y-crece-la-amenaza-de-paro-nacional-4542592/>
- Diario Nuevo Día. (2026). *El Gobierno reestructurará y despedirá a 140 empleados del SMN*. Recuperado el 5 de agosto de 2026, de <https://www.eldiarionuevodia.com.ar/nacionales/el-gobierno-reestructurara-y-despedira-a-140-empleados-contratados-del-smn-8440/>



TechNE

Tecnología naturalis est

ENSAYOS DE ESTUDIANTES

TechNE Año IV, N° 4, Primavera de 2026

ISSN 3008 -8828

2.11. DOS FUTUROS POSIBLES: TECNOLOGÍA, PODER Y SOCIEDAD EN DR. STONE COMO OPORTUNIDAD DE PENSAR SOBRE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Pietzarka Adrián Damián¹

RESUMEN

El presente trabajo analiza el anime Dr. Stone desde una perspectiva filosófica de la tecnología, centrada en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. La obra presenta la reconstrucción de la civilización humana mediante la recuperación del conocimiento científico y tecnológico, aunque otorga un protagonismo mayor a la Ciencia, dejando en segundo plano la especificidad de la Tecnología. El trabajo observa esta tensión para reivindicar la Tecnología como un campo de conocimiento y como objeto de reflexión desde saberes propios.

Para abordar esta problemática se emplea la Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg (2012), a partir de conceptos como la neutralidad tecnológica, la subdeterminación y la democratización de la tecnología. Desde este marco se analizan las posiciones de Senku Ishigami y Tsukasa Shishiou frente al futuro de la humanidad. Mientras Senku concibe el desarrollo tecnológico como una posibilidad de reconstrucción y emancipación colectiva, Tsukasa cuestiona la recuperación de la civilización industrial por considerarla vinculada con formas de dominación.

El análisis permite comprender que la tecnología no constituye un fenómeno neutral ni inevitable, sino un espacio de disputa atravesado por valores, intereses y decisiones sociales. Asimismo, la obra muestra que su desarrollo depende de la participación y cooperación de diversos actores, planteando la posibilidad de construir futuros tecnológicos orientados hacia formas más participativas y democráticas.

Palabras claves: Tecnología; Ciencia; Sociedad; Educación Tecnológica.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objetivo presentar un análisis desde una perspectiva filosófica de la tecnología, tomando como objeto de análisis el anime Dr. Stone, obra basada en el manga escrito por Riichiro Inagaki e ilustrado por Boichi, desde una mirada centrada en pensar sobre la tecnología desde una perspectiva sociotécnica, a pesar de sus relaciones con la ciencia.

El análisis es resultado de un trabajo desarrollado como estudiante del Profesorado en Educación Tecnológica, en la asignatura Filosofía de las Ciencias y las Técnicas II que se centra en los marcos filosóficos de la tecnología, con el objetivo de reconocer conceptos filosóficos del pensamiento crítico de la técnica en documentos y medios de difusión para repensar los alcances de la educación tecnológica (FAyD, UNaM. 2024. Anexo III). Es que cuando se piensa en el rol de la filosofía de la tecnología en la Educación Tecnológica es importante considerar la diversidad de visiones sobre la tecnología pero también sus implicancias en la formación de sociedades para decidir, según recomienda Giuliano (2012), sobre qué marco se decide trabajar en el medio de aquella diversidad.

La historia analizada se desarrolla en un escenario postapocalíptico en el que un misterioso destello de origen desconocido provoca la petrificación instantánea de toda la humanidad. Miles de años después, el joven Senku Ishigami despierta en un mundo en el que la civilización prácticamente ha desaparecido y la naturaleza ha recuperado el dominio sobre el planeta. A partir de esta situación, la trama gira en torno al intento de reconstruir la sociedad humana mediante la recuperación progresiva del conocimiento científico y tecnológico acumulado a lo largo de la historia.

En este contexto, Senku emprende un proyecto destinado a recrear, de manera progresiva, distintas tecnologías, desde herramientas y procedimientos básicos hasta desarrollos relacionados con la ciencia y la industria modernas. De este modo, Dr. Stone presenta una reconstrucción del desarrollo tecnológico de la humanidad, mostrando cómo diferentes conocimientos, procedimientos, herramientas y sistemas técnicos se articulan para resolver problemas concretos de supervivencia y organización social. La obtención de materiales, la fabricación de medicamentos, la creación de dispositivos de comunicación y el desarrollo de medios de transporte permiten observar cómo la

acumulación y aplicación de saberes técnicos intervienen en la reconstrucción de una sociedad.

La elección de esta obra como objeto de análisis resulta particularmente pertinente para el campo de la Educación Tecnológica, pero también presenta una particularidad que resulta de interés para este trabajo: si bien Dr. Stone muestra constantemente la presencia de tecnologías, la narrativa pone un énfasis considerablemente mayor en la Ciencia, presentándola como el principal medio para reconstruir la civilización. De este modo, la Tecnología aparece muchas veces vinculada o subordinada al conocimiento científico, aun cuando la reconstrucción de la sociedad depende de herramientas, procedimientos, artefactos y sistemas técnicos. Esta tensión resulta especialmente relevante para una mirada desde la Educación Tecnológica, ya que permite preguntarse por el lugar que ocupa la Tecnología cuando se la analiza en relación con la Ciencia.

En este sentido, la elección de Dr. Stone busca también poner en discusión y reivindicar la dimensión tecnológica, no como una simple aplicación del conocimiento científico, sino como un campo que posee características y formas de conocimiento propias y un fenómeno actual que necesita ser analizado y discutido.

La lectura del trabajo de Richetti y Niezwida (2023) permite señalar que la dimensión tecnológica puede permanecer como una “caja negra”, al ser comprendida como dependiente de la Ciencia sin examinar su especificidad y su funcionamiento propio, inclusive en propuestas que buscan una Alfabetización Científica y Tecnológica. Las autoras muestran cómo en la trayectoria de los estudios sociales, que es un marco tan importante para la educación tecnológica en la construcción de la perspectiva sociotécnica, los parámetros de reflexión sobre la tecnología provienen de una asimetría analítica, ya que el estudio social sobre la tecnología se fundó en bases de la sociología de la ciencia hasta cobrar mayor atención de los investigadores sociales. Las autoras tratan en la trayectoria los estudios sociales y filosóficos como los la tecnología pasa a ser objeto de análisis con destaque para los estudios en América Latina y Argentina, con impacto en la reorientación de la función social de la enseñanza.

Partiendo de estos antecedentes, el análisis de la obra permite recuperar aquello que puede quedar en segundo plano frente al protagonismo de la Ciencia y reflexionar

sobre la importancia de considerar la Tecnología al momento de pensar la sociedad y, especialmente, su futuro. Desde esta perspectiva, Dr. Stone no solo permite analizar cómo se desarrollan determinadas tecnologías, sino también problematizar qué lugar ocupa la Tecnología en la construcción de la sociedad y qué relaciones establece con la Ciencia, los valores y las decisiones humanas.

Asimismo, la amplia circulación e impacto cultural de la obra refuerzan su relevancia como objeto de estudio. Dr. Stone ha alcanzado una importante difusión entre adolescentes y jóvenes y se caracteriza por incorporar, dentro de una narrativa accesible, conocimientos vinculados con la química, la física, la ingeniería, la medicina y otras áreas científicas. Esta característica le permite trascender su dimensión estrictamente recreativa y constituirse en una producción cultural capaz de despertar interés por la ciencia y la tecnología, favoreciendo su acercamiento en ámbitos no formales de aprendizaje.

A partir de estas consideraciones, el análisis no se centrará exclusivamente en la dimensión narrativa de la obra, sino en las concepciones que se encuentran presentes en ella. En particular, interesa problematizar la idea de que la tecnología constituye una herramienta neutral o si aparece vinculada a determinados valores, intereses y proyectos sociales. También resulta relevante analizar la relación entre los desafíos técnicos y las decisiones humanas, así como las consecuencias sociales derivadas de los distintos desarrollos tecnológicos.

Un eje fundamental para abordar estas cuestiones se encuentra en el conflicto entre Senku Ishigami y Tsukasa Shishiou, quienes representan posiciones diferentes respecto del futuro de la humanidad. Mientras Senku defiende la recuperación del conocimiento científico y tecnológico como medio para reconstruir la civilización, Tsukasa propone una sociedad selectiva y cuestiona determinados aspectos asociados al mundo anterior a la petrificación. Este enfrentamiento permite problematizar distintas concepciones acerca del **progreso, el desarrollo tecnológico y el futuro de la sociedad**, poniendo en evidencia las tensiones existentes entre tecnología, poder, valores e intereses sociales.

En función de ello, el presente trabajo abordará Dr. Stone a partir de los aportes de la Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg (2012), con el propósito de analizar

de qué manera la obra representa la tecnología no como un fenómeno neutral o inevitable, sino como un proceso atravesado por decisiones, conflictos y valores sociales. Desde esta perspectiva, se buscará comprender cómo los distintos proyectos tecnológicos presentes en la serie se relacionan con las formas de organización social y con las disputas acerca del tipo de sociedad que se pretende construir.

Marco Teórico

De la neutralidad tecnológica a la crítica de la racionalidad técnica

El análisis de la tecnología ha estado históricamente atravesado por dos grandes perspectivas teóricas que, según Andrew Feenberg (2012), resultan insuficientes para comprender la complejidad de la relación entre técnica y sociedad. Por un lado, la teoría instrumental concibe a la tecnología como un conjunto de herramientas neutrales al servicio de fines definidos externamente por los individuos o las instituciones. Desde esta perspectiva, los artefactos y procedimientos técnicos carecen de contenido político o moral propio; su valor dependería exclusivamente del uso que se haga de ellos. La eficiencia aparece así como el criterio fundamental que orienta el desarrollo tecnológico, mientras que las decisiones relativas al diseño técnico son consideradas independientes de los conflictos sociales, las disputas de poder o los proyectos políticos.

En contraste, la teoría sustantiva sostiene que la tecnología constituye mucho más que un conjunto de instrumentos. Para esta corriente, representada por autores como Martin Heidegger y Jacques Ellul, la técnica configura un sistema cultural problemático, que impone sus propias lógicas sobre la sociedad. El desarrollo tecnológico adquiere entonces un carácter prácticamente inevitable, subordinando las instituciones, los valores y las formas de vida a una racionalidad técnica expansiva. Desde esta mirada, la modernidad tecnológica aparece como un destino del que resulta imposible escapar: aceptar la tecnología implica aceptar simultáneamente sus consecuencias culturales, sociales y políticas. La capacidad de intervención humana queda fuertemente limitada frente a una dinámica técnica que se desarrolla por encima de la voluntad de los sujetos. En tiempos actuales, podemos preguntarnos cuántas veces somos testigos de desastres ambientales y sociales donde la tecnología tiene un rol, pero acabamos entendiendo que

se tratan de problemas políticos o de determinadas personas, buscando inocular a la tecnología, como si estas dimensiones no son parte de ella.

Feenberg (2012) cuestiona ambas posiciones por considerar que simplifican el fenómeno tecnológico. La teoría instrumental ignora las dimensiones sociales y políticas presentes en el diseño de las tecnologías, mientras que la teoría sustantiva cae en un determinismo pesimista que reduce la capacidad transformadora de la acción humana. Frente a estas limitaciones, propone una teoría crítica de la tecnología capaz de comprenderla como un proceso social abierto, atravesado por conflictos, disputas y posibilidades alternativas de desarrollo.

La tecnología como construcción social

La teoría crítica de la tecnología parte de una idea fundamental: los problemas asociados a la sociedad tecnológica no provienen de la técnica en sí misma, sino de las formas particulares en que esta es diseñada, organizada e implementada. La degradación del trabajo, la concentración del poder, el deterioro ambiental o las desigualdades sociales no son consecuencias inevitables del progreso tecnológico, sino resultados de decisiones históricas vinculadas con determinados intereses y estructuras de dominación.

Desde esta perspectiva, la tecnología no puede considerarse neutral. Los sistemas técnicos incorporan valores, prioridades y criterios que reflejan las relaciones de poder presentes en la sociedad. Las decisiones sobre qué tecnologías desarrollar, qué problemas resolver, qué riesgos aceptar y qué necesidades atender no son exclusivamente técnicas, sino también políticas y culturales.

Feenberg (2012) sostiene que la racionalidad tecnológica moderna se encuentra estrechamente vinculada con formas específicas de organización social. En consecuencia, toda tecnología expresa una determinada visión del mundo y una forma particular de ordenar las relaciones entre las personas, los recursos y las instituciones. El desarrollo tecnológico aparece así como un fenómeno inseparable de los contextos históricos en los que se produce.

Código técnico y la subdeterminación del diseño tecnológico

Uno de los conceptos centrales de la teoría de Feenberg (2012) es el de código técnico. Este concepto permite explicar cómo los intereses sociales se incorporan materialmente en los sistemas tecnológicos. Los códigos técnicos funcionan como principios de selección que orientan el diseño de máquinas, procedimientos y organizaciones productivas, privilegiando ciertas soluciones por encima de otras igualmente posibles.

Según esta concepción, los valores dominantes de una sociedad no permanecen únicamente en el plano de las ideas o los discursos, sino que se sedimentan en artefactos, normas, infraestructuras y procedimientos técnicos. De este modo, las tecnologías terminan reproduciendo formas específicas de poder y organización social.

Esta propuesta se relaciona con otro concepto fundamental: la subdeterminación de la tecnología. Feenberg (2012) sostiene que los criterios de eficiencia técnica no determinan de manera única el diseño de una tecnología. Para un mismo problema pueden existir múltiples soluciones técnicamente viables y eficientes. La elección de una alternativa en lugar de otra depende entonces de factores sociales, políticos, económicos y culturales.

La subdeterminación demuestra que el desarrollo tecnológico no sigue una trayectoria única e inevitable. Las decisiones técnicas involucran opciones que favorecen determinados intereses y excluyen otros. Por ello, el diseño tecnológico constituye un espacio de disputa donde se define qué valores serán incorporados a la organización material de la sociedad. Pensar a la educación tecnológica como formadora para estos campos de disputa muestra la actualidad y el desafío que tenemos.

Autonomía operacional, conflicto y democratización tecnológica

Feenberg (2012) identifica en las sociedades modernas una tendencia a concentrar las decisiones técnicas en sectores especializados que poseen capacidad para diseñar y gestionar sistemas tecnológicos sin considerar necesariamente las necesidades de quienes resultan afectados por ellos. A esta capacidad la denomina autonomía operacional.

La autonomía operacional permite a grupos directivos, expertos o administradores ejercer control sobre los procesos técnicos desde posiciones privilegiadas de poder. Como consecuencia, amplios sectores sociales quedan excluidos de las decisiones que influyen directamente sobre sus condiciones de vida, trabajo y participación social.

Sin embargo, la teoría crítica rechaza la idea de que este modelo sea definitivo o irreversible. Los individuos y grupos subordinados desarrollan constantemente formas de resistencia, cuestionamiento e intervención que pueden modificar el rumbo de la innovación tecnológica. Estas tensiones revelan que la tecnología constituye un terreno de conflicto social y no una estructura cerrada gobernada exclusivamente por expertos.

Desde esta perspectiva, la democratización tecnológica implica ampliar la participación de los diversos actores sociales en las decisiones relativas al diseño y orientación de los sistemas técnicos. No se trata únicamente de regular el uso de las tecnologías existentes, sino de intervenir en los procesos mediante los cuales estas son concebidas, desarrolladas e implementadas.

La propuesta de Feenberg (2012) sostiene que una reorganización democrática de la sociedad industrial permitiría liberar potencialidades actualmente subordinadas por criterios centrados exclusivamente en el control, la rentabilidad o la eficiencia administrativa. La incorporación de valores vinculados con la cooperación, la participación, la creatividad, el cuidado ambiental y la ampliación de las capacidades humanas abriría la posibilidad de construir formas alternativas de desarrollo tecnológico.

En consecuencia, la tecnología deja de ser entendida como un destino inevitable para convertirse en un espacio de acción colectiva. Su configuración futura dependerá de las disputas sociales que definan qué intereses serán priorizados y qué modelo de sociedad se buscará construir mediante el desarrollo técnico. Por esto, ser profesor de educación tecnológica requiere pensar en este papel para formar personas que, por lo menos, puedan pensar en un futuro posible más justo.

Análisis: Ciencia, tecnología y disputa social en Dr. Stone

Para facilitar la comprensión del análisis realizado del anime desde los marcos de reflexión sobre la tecnología, este apartado se organiza en diferentes subapartados. La

división en puntos permite abordar de manera ordenada los distintos aspectos de la obra y relacionarlos progresivamente con los conceptos de la Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg. De este modo, cada apartado se concentra en una dimensión particular del análisis.

1. Senku Ishigami y los límites de la teoría instrumental

A primera vista, la figura de Senku Ishigami parece encarnar una concepción instrumental de la tecnología. Desde el momento en que despierta en el denominado Mundo de Piedra, su principal objetivo consiste en reconstruir progresivamente los conocimientos científicos y las capacidades técnicas perdidas por la humanidad. La ciencia aparece inicialmente como un conjunto de procedimientos racionales orientados a resolver problemas concretos mediante la aplicación eficiente del conocimiento. La fabricación de herramientas, medicamentos, sistemas de comunicación y fuentes de energía parece responder exclusivamente a criterios técnicos y funcionales. De este modo, la visión de ciencia y de tecnología que se presenta en una lectura rápida se acerca a aquella imagen inicial, ingenua, como actividades predominantemente benéficas y desprovistas de problemas, como problemas a ser encarados en la formación social de estudiantes, según Richetti y Niezwida (2023).

Figura 1

Senku desarrollando experimentos y recuperando conocimientos científicos como base para la reconstrucción de la civilización



Fuente: *Dr. Stone*, temporada 1, episodio 1, TMS Entertainment (2019).

Sin embargo, un análisis más profundo desde la Teoría Crítica de la Tecnología permite observar que la práctica científica de Senku se distancia de la idea de neutralidad postulada por la teoría instrumental. Aunque el personaje suele presentar la ciencia como un conocimiento objetivo y universal, las decisiones que orientan su proyecto tecnológico incorporan constantemente valores sociales y políticos específicos. Esto muestra, lo que las autoras antes citadas denuncian, que la necesidad de mantener una visión positiva de ciencia ha llevado a focalizar valores sociales en la tecnología.

La evidencia más clara de ello aparece en su decisión de restaurar a la totalidad de la humanidad petrificada. Frente a un escenario en el que podría seleccionar únicamente a individuos considerados útiles, productivos o estratégicos, Senku sostiene la necesidad de devolver la vida a los aproximadamente siete mil millones de seres humanos sin establecer distinciones de clase, edad, origen o capacidad. Esta decisión no surge de una exigencia técnica ni científica, sino de una elección ética y política acerca de qué tipo de sociedad debe construirse.

Desde la perspectiva de Feenberg (2012), esta postura puede interpretarse como la construcción de un código técnico alternativo. El desarrollo tecnológico impulsado por Senku no busca concentrar el conocimiento ni transformarlo en un mecanismo de dominación, sino socializarlo y convertirlo en un recurso accesible para la comunidad. Cada innovación se presenta públicamente, se enseña y se comparte con los demás habitantes del nuevo mundo. El conocimiento científico deja de ser patrimonio exclusivo de expertos para convertirse en una herramienta colectiva.

En este sentido, el protagonista revela los límites de la teoría instrumental. Aunque afirma actuar guiado únicamente por la racionalidad científica, sus elecciones técnicas están atravesadas por valores vinculados con la igualdad, la cooperación y la democratización del conocimiento. La tecnología no aparece como un instrumento neutral, sino como una construcción orientada por una determinada concepción de justicia social.

2. El choque ideológico con Tsukasa Shishiou como tensión civilizatoria

La confrontación entre Senku y Tsukasa constituye el principal conflicto filosófico de la obra. Más que una disputa personal, representa una discusión acerca del significado social de la tecnología y del tipo de civilización que debe surgir después de la petrificación.

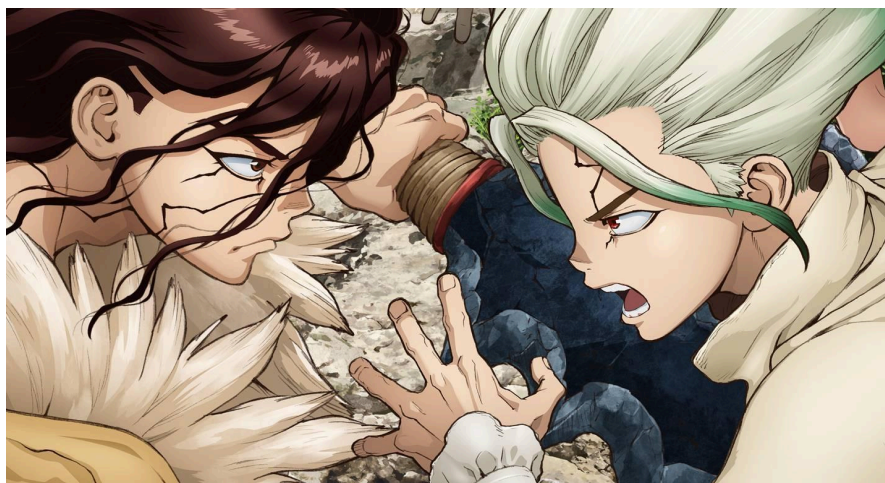
Tsukasa interpreta la historia de la humanidad moderna como una historia de corrupción, desigualdad y dominación. Para él, las estructuras políticas, económicas y tecnológicas del viejo mundo fueron responsables de la explotación de los más débiles por parte de élites privilegiadas. A partir de esta lectura, concluye que la reconstrucción tecnológica conduciría inevitablemente a la reproducción de esas mismas formas de opresión.

La posición de Tsukasa presenta importantes similitudes con lo que Feenberg (2012) denomina teoría sustantiva de la tecnología. Desde esta perspectiva, la tecnología no constituye un conjunto neutral de herramientas, sino un sistema cultural autónomo que impone determinadas formas de vida. En consecuencia, el desarrollo tecnológico aparece asociado de manera inseparable a la dominación social.

La solución propuesta por Tsukasa consiste en impedir la restauración de la civilización industrial y construir una nueva sociedad basada en una relación más simple con la naturaleza. Su proyecto supone eliminar la posibilidad misma de reconstruir ciertas tecnologías, bajo la convicción de que estas conducirán inevitablemente a la desigualdad y al control.

Figura 2

Senku y Tsukasa enfrentados: Senku y Tsukasa representan proyectos contrapuestos respecto del desarrollo tecnológico y del futuro de la sociedad.



Fuente: *Dr. Stone*, temporada 1, episodio 5, TMS Entertainment (2019).

Sin embargo, la obra problematiza esta postura mostrando que la tecnología no posee un significado único ni un destino predeterminado. El conflicto entre Senku y Tsukasa no gira alrededor de la viabilidad técnica de fabricar herramientas o recuperar conocimientos científicos. Lo que realmente está en discusión es quién controlará esos conocimientos y qué valores orientarán su utilización.

Esta tensión coincide con uno de los planteos centrales de Feenberg (2012): el futuro tecnológico no está determinado por la técnica misma, sino por las disputas sociales y políticas que intervienen en su desarrollo. El enfrentamiento entre ambos personajes representa, en consecuencia, una lucha por definir el horizonte civilizatorio del nuevo mundo. Mientras Tsukasa considera que la tecnología conduce inevitablemente a la dominación, Senku sostiene que puede convertirse en un instrumento de emancipación colectiva si es guiada por principios diferentes.

3. La construcción social de la técnica en la Aldea Ishigami

Uno de los aspectos más significativos de *Dr. Stone* aparece en la representación del proceso mismo de innovación tecnológica. A diferencia de las narrativas tradicionales que presentan al inventor como un genio aislado, la serie muestra que incluso los avances científicos más complejos requieren la participación activa de múltiples actores sociales.

La reconstrucción de tecnologías como la electricidad, el vidrio, los antibióticos, las comunicaciones o los medios de transporte involucra permanentemente la colaboración

entre individuos con capacidades diversas. Artesanos, agricultores, guerreros, artistas y científicos aportan conocimientos, habilidades y recursos indispensables para concretar cada proyecto técnico.

Esta dinámica permite observar cómo la tecnología emerge de una red de relaciones sociales y no exclusivamente del conocimiento individual de Senku. El protagonista posee los conocimientos científicos necesarios para orientar el proceso, pero su realización efectiva depende de la cooperación comunitaria y de la integración de saberes complementarios.

Figura 3

La Aldea Ishigami trabajando colectivamente. La construcción tecnológica en la Aldea Ishigami como resultado de la participación y cooperación entre diferentes actores sociales.



Fuente: *Dr. Stone*, temporada 2, episodio 5, TMS Entertainment (2019).

Desde la perspectiva de Feenberg (2012), esta situación cuestiona la autonomía operacional característica de las estructuras tecnocráticas modernas. En lugar de un sistema donde las decisiones son tomadas unilateralmente por expertos alejados de la comunidad, la Aldea Ishigami muestra una forma de producción técnica en la que numerosos actores participan activamente en la construcción material del entorno.

Asimismo, la serie destaca la importancia de aquello que Feenberg (2012) identifica como potencialidades orientadas a favorecer la vida. La técnica no aparece únicamente asociada a la productividad o al control, sino también al cuidado de la salud, la mejora de las condiciones de existencia, la comunicación entre las personas y la ampliación de las capacidades humanas.

La elaboración de medicamentos para combatir enfermedades, la creación de herramientas que reducen el esfuerzo físico o la construcción de medios que fortalecen los vínculos comunitarios permiten observar una orientación tecnológica diferente de aquella centrada exclusivamente en la acumulación de poder. En este sentido, la organización técnica presentada por la obra incorpora valores sociales que trascienden la mera eficiencia productiva y se orientan hacia la reproducción y el bienestar de la comunidad.

CONCLUSIONES

Figura 4

Senku despertando en el Mundo de Piedra



Fuente: *Dr. Stone*, temporada 1, episodio 1, TMS Entertainment (2019).

En la Figura 4, Senku Ishigami despierta miles de años después de la petrificación de la humanidad e inicia el proyecto de reconstrucción de la civilización. Podemos pensar si la Educación Tecnológica es una oportunidad y un desafío para una humanidad petrificada, que tiende a no participar de decisiones en diseño e implementación de

tecnologías, sean estos artefactos, sistemas, procesos y políticas. A lo largo de este trabajo me propuse analizar Dr. Stone desde una perspectiva filosófica de la tecnología, poniendo especial atención comprender la imagen de tecnología que es diseminada por el manga así como las visiones de ciencia y sociedad. Uno de los puntos de partida fue reconocer que, si bien la tecnología está presente constantemente en la obra, la narrativa otorga un protagonismo mayor a la Ciencia. Frente a esto, el análisis permitió recuperar la dimensión tecnológica como un campo que merece ser pensado por sí mismo y no únicamente como una aplicación del conocimiento científico.

El recorrido realizado permitió comprender que la tecnología no puede ser entendida simplemente como un conjunto de herramientas neutrales destinadas a resolver problemas. A partir de los aportes de Andrew Feenberg, fue posible reconocer que las decisiones tecnológicas se encuentran atravesadas por valores, intereses y relaciones de poder. Esto puede observarse en el conflicto entre Senku y Tsukasa, donde no se encuentra en discusión solamente la posibilidad de desarrollar tecnología, sino principalmente qué sociedad se pretende construir y quiénes participarán en su construcción. Mientras Tsukasa considera que el desarrollo tecnológico puede reproducir las formas de dominación del antiguo mundo, Senku plantea la posibilidad de utilizarlo para reconstruir y ampliar las capacidades de la humanidad.

Asimismo, el análisis de la Aldea Ishigami permitió comprender que la tecnología no surge únicamente de los conocimientos de un individuo. La reconstrucción de diferentes sistemas tecnológicos requiere la participación de múltiples actores, saberes y capacidades, mostrando que la producción técnica también constituye un proceso social y colectivo. Esto permitió ampliar la mirada sobre la tecnología y comprenderla como un espacio en el que diferentes personas pueden intervenir, tomar decisiones y orientar su desarrollo, inclusive ser parte de objetivos de la educación tecnológica.

A partir de lo aprendido, como estudiante del Profesorado en Educación Tecnológica, considero importante transmitir a otros estudiantes que la tecnología no debería ser pensada únicamente desde su funcionamiento o utilidad, sino también desde las decisiones, valores y consecuencias sociales que implica. Preguntarse quién diseña una tecnología, para qué se desarrolla, a quién beneficia, qué intereses prioriza y qué formas de vida promueve permite superar una mirada exclusivamente instrumental. En

este sentido, analizar materiales culturales como Dr. Stone puede resultar relevante para la Educación Tecnológica, ya que permite acercar estas discusiones a producciones que forman parte de los intereses y experiencias de los jóvenes.

Para finalizar, este trabajo permitió reflexionar sobre la importancia de una Educación Tecnológica que no se limite a enseñar a utilizar o producir tecnologías, sino que también forme sujetos capaces de analizarlas, cuestionarlas y participar en las decisiones relacionadas con ellas. En una sociedad en la que la tecnología atraviesa cada vez más aspectos de la vida cotidiana, pensar qué tecnologías queremos desarrollar implica también preguntarnos qué sociedad queremos construir. Desde esta perspectiva, la Educación Tecnológica puede contribuir no solo a comprender el mundo tecnológico actual, sino también a imaginar y construir futuros tecnológicos más participativos, democráticos y orientados al bienestar colectivo.

Referencias Bibliográficas

- Feenberg A. (2012) *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*. Universidad Nacional de Quilmes Editorial
- Inagaki R. (Creador). (2019). *Dr. Stone* (Anime) TMS Entertainment.
- Giuliano, G. (2012) *La filosofía de la Tecnología y sus aportes para la educación tecnológica*. Revista Tekné, Facultad de Arte y Diseño, Universidad Nacional de Misiones, ISSN 2250-740X
- Richett G. P. y Niezwida N. R. A. (2023). Alfabetização científica e tecnológica e a caixa preta da dimensão tecnológica en: Marinho, J. R. (Ed), *Proposições Epistemológicas, Curriculares e Metodológicas de Grupos de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências: caminhos para a educação básica e o ensino superior* (pp.25-40) Livraria Da Física
- FAYD, UNaM. 2024. Anexo III, Res CD N 102-2024. Programa de Filosofía de las Ciencias y las Técnicas II, del tercer año del Profesorado en Educación Tecnológica. <https://www.fayd.unam.edu.ar/carreras/pet>

2.12. EL ETERNAUTA: Un análisis acerca de las tecnologías disponibles y la resistencia colectiva.

Pereyra Gimena Alejandra.⁴⁶

Resumen

El presente trabajo realiza un análisis comparativo entre el primer tomo de *El Eternauta*, de Héctor Germán Oesterheld y Francisco Solano López, y la primera temporada de su adaptación audiovisual producida por Netflix (2025). El objetivo es analizar desde la pregunta ¿Cómo nos relacionamos con la tecnología en crisis? para reconocer las formas de agencia en la tecnología disponible, desde una misma narrativa que adquiere diferentes significados al trasladarse desde el contexto sociotécnico de mediados del siglo XX hacia un escenario contemporáneo.

Se recuperan los aportes de Andrew Feenberg (2012), particularmente la teoría instrumental, la teoría sustantiva y la Teoría Crítica de la Tecnología, con el propósito de problematizar la relación entre tecnología, sociedad y acción humana. La comparación permite observar diferencias en los recursos técnicos, las formas de comunicación y las posibilidades de organización y supervivencia de los personajes. A partir del concepto de código técnico, se analiza cómo los valores, intereses y relaciones sociales pueden incorporarse a las configuraciones tecnológicas.

El trabajo sostiene que ambas versiones permiten comprender la tecnología no como un conjunto de herramientas neutrales ni como un sistema inevitable, sino como un espacio social de posibilidades, apropiación, conflicto y transformación.

Se destaca su potencial para la Educación Tecnológica, al favorecer una mirada crítica capaz de problematizar los artefactos, conocimientos, decisiones y relaciones sociales que intervienen en la construcción del mundo tecnológico.

Palabras clave: *El Eternauta*; tecnología; sociedad;

⁴⁶ Estudiante de Profesorado en Educación Tecnológica, Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Arte y Diseño.

1. In

roducción

La reflexión sobre el presente, los modos de subsistencia, el rol de la tecnología y sobre las visiones de las personas acerca de cómo pensar el futuro forman parte del proceso de formación de profesores en educación tecnológica, en asignaturas del área de ciencias sociales, como Filosofía y también de las del área Tecnología.

Una reflexión especial es la afirmación que hace Fressoli (2015) sobre cómo las formas de producción tecno-económica basadas en recursos naturales “no son sustentables a largo plazo y tienden a aumentar la dependencia tecnológica de los países. En contraste, la inversión en tecnologías alternativas como energías renovables y agroecología es pequeña” (Fressoli, 2015, p.55). Por eso presenta formas a considerar cambios en el desarrollo, como los movimientos de oposición tecnológica y movimientos de innovación de base que promuevan la participación y empoderamiento socio-tecnológico, ayudando a pensar el futuro desde la resistencia como agencia técnica .

Tomando entonces como objeto de análisis comparativo el primer tomo de *El Eternauta*, historieta creada por Héctor Germán Oesterheld e ilustrada por Francisco Solano López, y la primera temporada de la serie homónima producida por Netflix en 2025. La elección de estas obras responde al interés por analizar cómo una misma narrativa puede adquirir diferentes significados cuando es trasladada desde el contexto sociotécnico de mediados del siglo XX hacia un escenario cultural y tecnológico contemporáneo.

El Eternauta constituye una obra de particular relevancia dentro de la cultura argentina. La historieta, publicada originalmente a fines de la década de 1950, relata la aparición de una misteriosa nevada mortal que provoca una catástrofe en Buenos Aires y que posteriormente se revela como el inicio de una invasión extraterrestre. Frente a esta situación, los personajes deben organizarse colectivamente para sobrevivir y comprender aquello que está ocurriendo. La serie producida por Netflix retoma esta narrativa y la sitúa en un contexto contemporáneo, introduciendo transformaciones tanto en la ambientación como en las tecnologías disponibles, las formas de comunicación y las relaciones entre los personajes.

La elección de *El Eternauta* para este trabajo no responde únicamente a su relevancia cultural, sino también a las posibilidades que ofrece para pensar la relación entre las personas, los artefactos y los sistemas tecnológicos. En ambas versiones pueden observarse situaciones en las que los personajes deben tomar decisiones frente a escenarios desconocidos, apropiarse de recursos disponibles, modificar sus formas de organización y construir respuestas colectivas. De este modo, la obra permite problematizar la idea de que la tecnología constituye solamente un conjunto de herramientas destinadas a cumplir determinados fines, y permite preguntarse por las relaciones sociales, políticas y culturales que intervienen en su utilización, apropiación y transformación.

Esta cuestión resulta especialmente significativa desde la perspectiva de la Educación Tecnológica. Como futura profesora en el campo, considero relevante analizar cómo una obra de amplia circulación cultural puede contribuir a abordar con los estudiantes problemas vinculados con la tecnología que exceden su dimensión instrumental. En este sentido, *El Eternauta* permite pensar la tecnología como parte de situaciones sociales concretas, en las que intervienen conocimientos, decisiones, intereses, relaciones de poder, formas de organización colectiva y diferentes posibilidades de apropiación de los artefactos y sistemas técnicos.

El análisis se realiza teniendo en cuenta cuatro marcos para pensar la tecnología y su relación con el ser humano: la teoría instrumental, la teoría sustantiva y la Teoría Crítica de la Tecnología propuestas por Feenberg (2012). Estos enfoques permiten abordar formas de comprender la dimensión sociotécnica desde diferentes perspectivas y, posteriormente, utilizarlos como herramientas para interpretar las diferencias entre la historieta y la serie.

Lo que resulta especialmente significativo de esta comparación es que ambas versiones comparten una estructura argumental básica, pero se desarrollan en entornos tecnológicos profundamente diferentes. En la historieta original, la supervivencia depende de recursos característicos de la época, como las radios a válvulas para la comunicación, los conocimientos técnicos asociados a la fabricación artesanal de elementos de protección y la circulación limitada de la información. En cambio, la adaptación contemporánea incorpora tecnologías digitales, dispositivos móviles, sistemas de

geolocalización, redes de comunicación instantánea y formas de automatización que modifican sustancialmente las posibilidades de acción de los personajes.

Estas transformaciones no constituyen simples actualizaciones estéticas, sino que alteran las formas de organización colectiva, las estrategias de resistencia y las relaciones sociales que se construyen frente a la amenaza. A partir de esta comparación, el trabajo busca comprender cómo las tecnologías disponibles en cada época no solo condicionan las acciones de los protagonistas, sino que también participan en la construcción de diferentes significados sociales y políticos acerca de la resistencia colectiva.

2. Marcos teóricos para pensar sobre tecnología y formas de resistencia

2.1. Crítica a la neutralidad tecnológica

Una de las ideas más extendidas en el sentido común sostiene que la tecnología es neutral. ¿Qué significa esto? Según esta perspectiva, los artefactos y sistemas técnicos serían herramientas indiferentes a los fines para los cuales se utilizan. En consecuencia, el valor moral o político de una tecnología dependería exclusivamente de las intenciones de quienes la emplean. Bajo esta lógica, un mismo dispositivo podría utilizarse tanto para fines beneficiosos como perjudiciales, sin que la tecnología en sí misma tuviera responsabilidad alguna en los resultados obtenidos. Esta concepción se corresponde a lo que Feenberg (2012) sistematiza como teoría instrumental de la tecnología. La resistencia sería decidir usar o no un producto.

Si bien es cierto que los artefactos pueden ser utilizados de maneras diferentes, la teoría instrumental ignora que las decisiones fundamentales ya han sido tomadas mucho antes de que los usuarios entren en contacto con ellos.

Todo diseño técnico incorpora criterios específicos acerca de qué problemas resolver, qué necesidades priorizar, quiénes tendrán acceso a determinadas capacidades y quiénes quedarán excluidos de ellas. Por esta razón, considerar que una tecnología es neutral implica dejar en segundo plano las decisiones, intereses y relaciones sociales que intervienen en su desarrollo y diseño.

Cuando se piensa en la enseñanza de la Tecnología, que puede llegar a presentar la tecnología exclusivamente como un conjunto de herramientas destinadas a resolver problemas, puede reproducirse una visión instrumental en la que los estudiantes aprenden principalmente a utilizar determinados artefactos, pero tienen menos oportunidades de preguntarse por las decisiones que hicieron posible su existencia, por los intereses que orientan su diseño o por las consecuencias sociales de su utilización.

Durante nuestra formación como estudiantes, es frecuente encontrarnos con la idea de que una tecnología “no es buena ni mala” y que todo depende del uso que las personas hagan de ella. Esta afirmación permite reconocer que los usuarios toman decisiones, pero puede resultar insuficiente si se utiliza para explicar toda relación sociotécnica.

La pregunta que surge entonces es qué sucede cuando no podemos decidir sobre el uso de una tecnología o cuando desconocemos las decisiones que ya están incorporadas en los sistemas técnicos que utilizamos.

Viendo esta perspectiva, enseñar sobre tecnología implica también generar espacios para problematizar aquello que suele presentarse como dado o inevitable. No se trata únicamente de preguntar para qué sirve un artefacto o cómo utilizarlo correctamente, sino también de analizar quiénes participan en su diseño, qué valores expresa, qué posibilidades habilita y cuáles limita.

2.2. Crítica a la autonomía tecnológica y al fatalismo técnico

Frente a la visión instrumental, otra corriente de pensamiento, para Feenberg (2012), es la teoría sustantiva de la tecnología. Esta postura rechaza la neutralidad y reconoce que la tecnología influye profundamente en la organización social. Sin embargo, lo hace a costa de atribuirle una autonomía excesiva.

Autores como Martin Heidegger o Jacques Ellul sostienen que la tecnología moderna constituye un sistema cultural que impone su propia lógica a la sociedad. Desde esta mirada, la expansión tecnológica genera una forma particular de racionalidad orientada al control, la eficiencia y la dominación. Los individuos y las instituciones

terminan adaptándose a esta lógica, perdiendo progresivamente la capacidad de decidir sobre su propio destino.

El principal problema de esta posición es que conduce a una visión fatalista. Si la tecnología posee una dinámica autónoma e independiente de la acción humana, entonces las posibilidades de transformación social y de resistencia resultan extremadamente limitadas. La sociedad quedaría atrapada dentro de una especie de “jaula de hierro” tecnológica donde las decisiones fundamentales ya han sido tomadas por el propio sistema técnico.

Esta perspectiva permite formular una pregunta que resulta especialmente relevante para la Educación Tecnológica: ¿cómo podemos transformar aquello que percibimos como inevitable? Y, aún más, ¿cómo escapamos de una jaula cuya existencia ni siquiera reconocemos como tal? Si determinadas formas de organización técnica se presentan como naturales, necesarias o inevitables, existe el riesgo de que dejemos de preguntarnos quién tomó las decisiones que las hicieron posibles y qué alternativas podrían existir.

Feenberg (2012) cuestiona esta interpretación porque considera que exagera el poder de la tecnología y minimiza la capacidad de intervención de los actores sociales. Aunque reconoce que los sistemas técnicos condicionan fuertemente la vida humana, sostiene que no constituyen una fuerza independiente e inmodificable.

Las tecnologías son construcciones históricas y, por lo tanto, pueden ser transformadas mediante procesos sociales, conflictos políticos y luchas democráticas. En este sentido, la autonomía de determinados sistemas técnicos no debe entenderse como un destino inevitable, sino como una condición histórica que puede ser cuestionada.

Esta discusión también permite recuperar algunas experiencias de formación como estudiantes, en las prácticas educativas observadas. En este año, 2026, durante una observación realizada en una sala de jardín maternal con niños de 45 días a 3 años, pude observar cómo los aprendizajes se construyen a partir de la interacción con otras personas y con el entorno. Los niños observan, imitan y reproducen prácticas que formaban parte de su contexto cotidiano, mostrando que los conocimientos no se construyen de manera aislada.

Una de las situaciones observadas resulta particularmente significativa. Durante una actividad, los niños más grandes, de entre 2 y 3 años, me enseñaron junto a mi par pedagógico, a preparar una masa para jugar. Me indicaron qué ingredientes debíamos utilizar, cómo mezclarlos, cuántas cucharadas colocar de cada uno y cómo amasar. A su vez, ellos mismos reproducían estas acciones con sus compañeros más pequeños.

La actividad no dependía de un único sujeto que poseyera todo el conocimiento, sino de una red de conocimientos compartidos en la que cada participante aportaba algo al proceso.

Aunque se trata de una situación sencilla y no constituye por sí misma un ejemplo de autonomía tecnológica, permite reflexionar sobre una cuestión relacionada con el planteo de Feenberg (2012): las prácticas y los conocimientos no se encuentran completamente determinados por una estructura técnica independiente de las personas. Las formas de hacer, enseñar y apropiarse de determinadas prácticas se construyen también mediante relaciones sociales y procesos colectivos. Por eso, si como docentes reproducimos visiones problemáticas sobre la tecnología que no permitan siquiera reconocer la posibilidad de agencia, los niños crecerán pensando en que no pueden cambiar el futuro.

Desde esta perspectiva, la crítica al fatalismo tecnológico no significa negar que las tecnologías puedan condicionar nuestras acciones. Por el contrario, implica reconocer esos condicionamientos sin convertirlos en un destino inevitable. Si las tecnologías y los sistemas técnicos se encuentran atravesados por decisiones históricas y sociales, entonces también existe la posibilidad de discutirlos, apropiarlos y transformarlos.

2.3. La Teoría Crítica de la Tecnología

La propuesta de Feenberg (2012) busca construir una posición intermedia entre el optimismo instrumentalista y el pesimismo fatalista. Su Teoría Crítica de la Tecnología sostiene que los sistemas técnicos no son neutrales, pero tampoco constituyen estructuras completamente autónomas. La tecnología es entendida como un proceso social ambivalente, es decir, como una realidad que contiene múltiples posibilidades de desarrollo y cuyos resultados dependen de las disputas que se producen en torno a ella.

La tecnología debe concebirse como un verdadero campo de batalla social. Diferentes grupos, instituciones y actores intentan influir sobre su diseño, orientación y utilización. Las decisiones técnicas no son únicamente cuestiones de eficiencia, sino también espacios donde se enfrentan intereses contrapuestos acerca de cómo debe organizarse la sociedad. Desde esta perspectiva, la tecnología se encuentra vinculada con relaciones de poder y con formas de organización social que pueden ser cuestionadas y transformadas.

Uno de los conceptos centrales de esta teoría es el de código técnico. Feenberg (2012) utiliza esta noción para explicar cómo determinados valores e intereses sociales se incorporan al diseño y funcionamiento de las tecnologías. Los sistemas técnicos no reflejan únicamente principios científicos o criterios de eficiencia, sino también relaciones de poder socialmente establecidas. El código técnico permite comprender, entonces, cómo decisiones que tienen un origen social pueden aparecer posteriormente como decisiones exclusivamente técnicas.

Los códigos técnicos funcionan como mecanismos que traducen intereses políticos y económicos en procedimientos aparentemente neutrales. De este modo, decisiones vinculadas al control, la productividad, la disciplina o la distribución del poder pueden quedar incorporadas en máquinas, infraestructuras, reglamentos y formas organizativas que terminan siendo percibidas como naturales o inevitables. Por esta razón, analizar una tecnología no implica solamente observar cómo funciona, sino también preguntarse qué valores y relaciones sociales están presentes en su diseño.

La importancia de este concepto radica en que permite comprender que los conflictos tecnológicos no se limitan al uso de los artefactos, sino que involucran también el diseño de los sistemas técnicos. Si las tecnologías pueden incorporar determinados intereses y formas de poder, también pueden ser objeto de disputa y transformación. En este sentido, la democratización de la tecnología exige ampliar la participación de actores tradicionalmente excluidos de las decisiones técnicas, posibilitando la incorporación de otros valores y otras formas de organización social.

Esta perspectiva permite pensar la tecnología desde la educación de una manera diferente. No se trata solamente de formar sujetos capaces de utilizar correctamente

determinados artefactos, sino también de promover la capacidad de reconocer que detrás de una solución técnica existen decisiones, intereses y relaciones sociales. Preguntar quién diseña una tecnología, para quién se diseña, qué problema busca resolver y qué posibilidades habilita o limita constituye también una forma de educación tecnológica crítica.

En este sentido, la posibilidad de transformar una tecnología no depende exclusivamente de modificar el artefacto individualmente. También puede implicar cuestionar las formas de organización y las relaciones sociales que acompañan su funcionamiento. Los procesos colectivos y las organizaciones sociales pueden constituirse en espacios desde los cuales determinados grupos expresan necesidades, cuestionan decisiones técnicas y proponen otras formas de resolver problemas. De esta manera, la transformación tecnológica puede entenderse como una cuestión también política y democrática.

La tecnología aparece así como una realidad ambivalente: puede reforzar relaciones de dominación existentes, pero también puede convertirse en un espacio de intervención y transformación social. Esta ambivalencia constituye uno de los aportes centrales de la propuesta de Feenberg (2012), permite superar tanto la idea de que la tecnología es simplemente una herramienta neutral como la idea de que su desarrollo constituye un destino inevitable. ¿Cómo podemos aprender a reconocer aquello que queda oculto detrás de una tecnología que usamos cotidianamente?

3. *El Eternauta*: tecnología, sociedad y supervivencia .

La lectura comparada entre el primer tomo de *El Eternauta* y su adaptación audiovisual contemporánea permite observar cómo una misma premisa narrativa adquiere significados diferentes cuando es atravesada por distintos contextos tecnológicos e históricos.

¿Qué cambia en nuestra relación con la tecnología cuando pasamos de un contexto en el que los artefactos y sus componentes son relativamente visibles y manipulables a uno en el que dependemos de infraestructuras digitales cuya complejidad permanece oculta?

Desde la perspectiva de Feenberg (2012), esta diferencia no puede interpretarse únicamente como una actualización estética o una adaptación a nuevas audiencias. Por el contrario, permite observar transformaciones en los códigos técnicos que organizan determinadas prácticas sociales y en las formas en que los valores y las relaciones sociales pueden incorporarse a los sistemas técnicos en diferentes contextos históricos.

La historieta publicada a finales de la década de 1950 se desarrolla en un contexto en el que determinados recursos tecnológicos presentan una fuerte dimensión material e industrial. En las situaciones analizadas, los personajes pueden comprender e intervenir sobre algunos de los recursos técnicos disponibles, adaptándose a las situaciones. La resistencia frente a la amenaza se articula, en parte, con esta capacidad de apropiación y utilización de los recursos técnicos.

En cambio, la serie contemporánea se sitúa en un mundo profundamente digitalizado, en el que diferentes actividades cotidianas se encuentran mediadas por dispositivos y sistemas cuya infraestructura no resulta inmediatamente visible para sus usuarios.

Esta diferencia modifica no solo los recursos disponibles para sobrevivir, sino también las formas en que se construyen determinadas relaciones entre los sujetos, los artefactos y las infraestructuras tecnológicas, así como las posibilidades de intervención frente a la situación de crisis.

Uno de los ejemplos más significativos aparece en la construcción del traje protector. En la historieta, el descubrimiento de que la nevada mortal puede ser enfrentada mediante un sistema de aislamiento constituye uno de los momentos centrales del relato. El traje aparece como una solución técnica vinculada con los conocimientos de los protagonistas y con la utilización de diferentes materiales y componentes para responder a una situación concreta.



Figura 1. El traje protector y el sistema de filtrado en *El Eternauta*. Fuente: Oesterheld,

H. G., y Solano López, F. (2000), *El Eternauta*, tomo 1, Editorial Clarín, La Biblioteca Argentina, p. 42-43.

La tecnología aparece aquí como un recurso que puede ser utilizado y adaptado por los sujetos para resolver problemas concretos. Esta escena puede interpretarse como una forma de intervención desde abajo sobre el sistema técnico, en tanto los sujetos intervienen sobre los recursos disponibles y modifican su configuración para responder a una situación concreta (Feenberg 2012, p. 39).

Los protagonistas no aceptan pasivamente las condiciones impuestas por el entorno, sino que reinterpretan los recursos disponibles y los reconfiguran para producir nuevas posibilidades de acción. En este sentido, la escena resulta compatible con la concepción de Feenberg (2012) de la tecnología como un campo abierto a diferentes posibilidades de desarrollo y transformación mediante la acción humana.

La importancia de esta escena radica en que permite cuestionar una concepción de la tecnología entendida simplemente como un instrumento dado y neutral. Por ello el concepto de código técnico nos permite analizar cómo determinados intereses se realizan en soluciones técnicamente coherentes y cómo, frente a un mismo problema, pueden existir diferentes alternativas técnicas. Estas decisiones de diseño no responden únicamente a criterios de eficiencia, sino también a intereses y valores sociales (Feenberg, 2012, pp. 46-47).

En el caso del traje protector, la solución técnica surge frente a una situación concreta de protección y supervivencia y se construye a partir de los conocimientos y recursos disponibles. La escena permite observar, así, cómo una determinada configuración técnica se relaciona con las necesidades y decisiones de quienes participan en su construcción.

La adaptación televisiva modifica parcialmente esta lógica. Aunque conserva la función narrativa del traje como mecanismo de supervivencia, el contexto tecnológico en el que se inserta es diferente.



Figura 2. Construcción del traje protector en *El Eternauta*, episodio 1. Fuente: *El Eternauta* (2025), Netflix, episodio 1, “Noche de Truco” aproximadamente minuto 37

La serie presenta un universo en el que diferentes actividades cotidianas dependen de dispositivos y sistemas cuya infraestructura no resulta inmediatamente visible para sus usuarios. En las escenas analizadas, el teléfono celular, el sistema de navegación y la radio del automóvil funcionan mientras las condiciones materiales que los sostienen permanecen disponibles. Esta relación cambia cuando esas condiciones se interrumpen.

De este modo, la serie introduce una tensión significativa: mientras conserva algunos elementos del espíritu original de resistencia colectiva, lo hace dentro de un entorno técnico caracterizado por una mayor presencia de dispositivos digitales y por la dependencia respecto de infraestructuras que no siempre resultan visibles para los usuarios.

Esta transformación se vuelve aún más evidente al analizar las formas de comunicación presentes en ambas versiones. En la historieta, la comunicación depende de radios, transmisiones y contactos entre los grupos de sobrevivientes. En las escenas analizadas, aun cuando la nevada ya constituye una amenaza, la radio continúa funcionando como medio para obtener información. En este contexto, no se observa una ruptura inmediata y visible de la transparencia técnica.

La transparencia técnica refiere a la situación en la que un artefacto utilizado habitualmente deja de ocupar el centro de la atención del usuario, quien se concentra principalmente en la función que el dispositivo permite realizar. Mientras funciona correctamente, el medio técnico tiende a permanecer en segundo plano; cuando falla, esa transparencia puede romperse y el artefacto o sistema vuelve a hacerse visible como condición material de la actividad realizada.

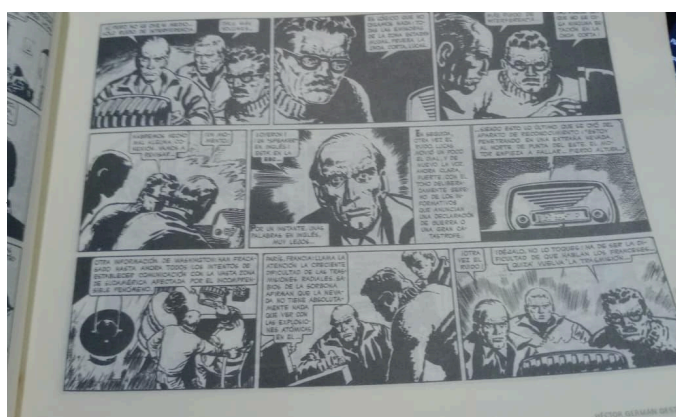


Figura 3. La comunicación por Radio, en *El Eternauta*. Fuente: Oesterheld, H. G., y Solano López, F. (2000), *El Eternauta*, tomo

1, Editorial Clarín, La Biblioteca Argentina, p. 28-29.

Por el contrario, la serie sitúa la acción en una sociedad en la que diferentes actividades cotidianas están mediadas por teléfonos inteligentes, sistemas de navegación, radios incorporadas a los vehículos y otras tecnologías de comunicación. En los primeros minutos del primer episodio, estos dispositivos funcionan como parte habitual de las actividades de los personajes y permanecen en segundo plano. La interrupción del suministro eléctrico modifica esta situación y hace visible la dependencia respecto de las



infraestructuras que sostienen su funcionamiento.

Figura 4. Búsqueda de señal en el barco, en *El Eternauta*, episodio 1. Fuente: *El Eternauta* (2025), Netflix, episodio 1, “Noche de Truco” aproximadamente minuto 3

La disponibilidad cotidiana de estas tecnologías puede producir una experiencia de autonomía e inmediatez que se modifica abruptamente cuando las infraestructuras que las sostienen dejan de funcionar. La interrupción del suministro eléctrico constituye, en este sentido, un momento en el que la tecnología deja de permanecer en segundo plano y se vuelve visible como condición material para realizar determinadas actividades.

Esta situación permite problematizar, desde la perspectiva crítica, la distancia existente entre los usuarios y los sistemas técnicos de los que dependen. Los personajes utilizan determinados dispositivos sin que las condiciones materiales e infraestructurales que permiten su funcionamiento ocupen necesariamente el centro de su atención. Cuando

esas condiciones se interrumpen, la relación aparentemente inmediata con el artefacto se transforma en un problema que requiere comprensión e intervención Feenberg (2012).

La comparación permite observar una diferencia en la forma en que cada obra hace visible la dependencia respecto de los sistemas técnicos. En la historieta, la radio continúa funcionando durante las escenas analizadas, por lo que las condiciones



materiales que permiten la comunicación permanecen relativamente en segundo plano. En la serie, en cambio, la interrupción del suministro eléctrico hace visible la dependencia respecto de una infraestructura que anteriormente parecía estar

garantizada.

La diferencia entre ambos modelos de comunicación también permite identificar distintas concepciones sobre la relación entre tecnología y comunidad.

Figura 5. *El Eternauta*, episodio 2. Fuente: *El Eternauta* (2025), Netflix, episodio 2, “Salgan al Sol” aproximadamente minuto 18

En la historieta, la información se articula mediante radios, encuentros presenciales y cooperación entre los sobrevivientes. La serie, en cambio, presenta inicialmente una sociedad fuertemente conectada mediante dispositivos y sistemas digitales, pero la interrupción de esas infraestructuras modifica las posibilidades de comunicación y genera nuevas formas de aislamiento. Esta situación puede leerse como una problematización de la confianza contemporánea en la conectividad permanente como garantía de cohesión social.

La escena resulta particularmente significativa porque, una vez interrumpido el funcionamiento habitual de los dispositivos, los personajes dejan de ser únicamente usuarios y comienzan a intervenir sobre las condiciones materiales que permiten recuperar la comunicación.

La bicicleta es incorporada a una nueva configuración técnica y pasa a formar parte de un sistema construido colectivamente para restablecer una función que había dejado de estar disponible. Esta situación permite observar cómo los sujetos pueden intervenir sobre una configuración técnica existente y modificarla de acuerdo con una necesidad concreta.

Allí donde las situaciones analizadas en la historieta muestran recursos técnicos que continúan funcionando durante el comienzo de la emergencia y pueden ser incorporados a las prácticas de los sobrevivientes, la serie hace visible la dependencia respecto de infraestructuras que sostienen las tecnologías cotidianas y que pueden dejar de estar disponibles. Esta tensión constituye uno de los núcleos relevantes para comprender la vigencia de la obra y su capacidad para dialogar con problemáticas tecnológicas propias de diferentes contextos históricos.

Conclusión

Realizar este trabajo no significa solamente aprender nuevos conceptos sobre tecnología, ni aplicar una teoría a dos versiones de *El Eternauta*. Significó, principalmente, poder mirar de otra manera algo que ya estaba delante de mis ojos. Al comenzar el Profesorado en Educación Tecnológica, mi concepción de tecnología estaba fuertemente asociada a los aparatos electrónicos y a su construcción o funcionamiento.

Con el recorrido por la carrera, esa mirada comenzó a transformarse, pero este análisis me permitió volver sobre esa transformación y reconocer algo que considero todavía más importante: muchas veces no es que no conozcamos determinadas tecnologías o situaciones, sino que no sabemos que existen diferentes maneras de mirarlas, interpretarlas y problematizarlas.

La comparación entre la historieta y la serie me permitió observar esto de manera concreta. Situaciones como la comunicación, la pérdida de la electricidad, el

funcionamiento de los automóviles, los radios o la bicicleta dejan de ser simples elementos de la historia y pueden convertirse en problemas tecnológicos.

En la serie, por ejemplo, cuando los personajes descubren que una bicicleta puede continuar funcionando y generar energía mientras otras tecnologías dejaron de hacerlo, aparece la posibilidad de recuperar un conocimiento que parecía cotidiano y resignificar frente a una nueva situación problemática. La tecnología deja entonces de ser entendida solamente como aquello que utilizamos, si no como en aquello que podemos comprender, transformar, combinar y volver a configurar para responder a una situación concreta.

Esta forma de analizar también me permitió comprender que los conocimientos construidos durante el Profesorado no están aislados. Todas las materias de la carrera, pueden encontrarse en una misma situación cuando intentamos comprender cómo funciona una tecnología, por qué deja de funcionar, qué conocimientos permiten resolver un problema y cómo las personas se organizan para hacerlo.

En este sentido, *El Eternauta* me permitió reconocer el valor de esos conocimientos desde otra perspectiva: no solamente como contenidos que se deben aprender, sino como herramientas que me permiten interpretar y problematizar el mundo tecnológico que habitamos.

Considero que este tipo de trabajos de análisis de recursos culturales tiene una importancia particular para la Educación Tecnológica. Una historieta, una serie o una escena cotidiana pueden convertirse en puntos de partida para preguntar qué ocurre cuando desaparece la electricidad, cómo cambia nuestra relación con la comunicación, de qué tecnologías dependemos sin advertirlo o qué conocimientos posee una comunidad que podrían permitirle resolver un problema.

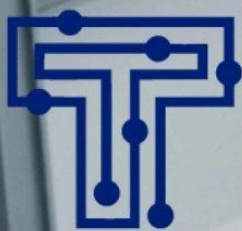
Como futura profesora, esto me lleva a pensar qué enseñar Tecnología no puede reducirse a enseñar a utilizar artefactos. También implica generar condiciones para que los estudiantes puedan preguntarse qué tienen delante, qué no están viendo, qué conocimientos poseen, qué otros necesitan construir y qué posibilidades existen para transformar una situación. De esta forma, se puede enseñar a reconocer la capacidad de agencia, de diseñar y rediseñar e incluir sus valores, gustos e intereses en lo nuevo, como forma de resistir a imposiciones.

El principal cambio de perspectiva que me deja este trabajo no es simplemente saber más sobre tecnología, sino aprender a mirar tecnológicamente aquello que antes podía pasar inadvertido. Las teorías trabajadas me proporcionaron nuevas formas de hacer preguntas y de encontrar significados donde antes veía solamente objetos, usos o situaciones cotidianas.

Esta posibilidad de mirar, problematizar y resignificar constituye, para mí, uno de los aportes más importantes de la Educación Tecnológica: comprender que la tecnología no está solamente en los artefactos que utilizamos, sino también en los conocimientos, decisiones, relaciones y formas de organización que construimos para habitar y transformar nuestro mundo.

Referencias Bibliográficas

- Feenberg (2012) A. (2012) Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica. Universidad Nacional de Quilmes Editorial
- Fressoli, Juan Mariano; Movimientos de base e innovación sustentable: La construcción de caminos alternativos; Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias; Ciencia e Investigación; 65; 3; 9-2015; 55-68. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/58658?show=full>
- Oesterheld, H. G., & Solano López, F. (2000). *El Eternauta*. Clarín. Serie Clásicos
- Stagnaro, B. (2025). *El Eternauta*. K&S Films; Netflix
- Fressoli, Mariano. Automatización, Filosofía Maker y Nuevos Agentes de Cambio. TESOFIA. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=iakx9Msvrc4&t=6s>



TechNE

Tecnología naturalis est

3. INSTITUCIONALES

TechNE Año IV, N° 4, Primavera de 2026

ISSN 3008 -8828

3. 13. NOMBRAR ES REFUNDAR: EL Instituto Superior del Profesorado Tecnológico se llama “AQUILES GAY”

Danieli, Eugenia⁴⁷ y Rodriguez, Carola⁴⁸

Resumen:

El Instituto Superior del Profesorado Tecnológico (ISPT), institución con más de sesenta años de trayectoria en la formación de docentes de Educación Tecnológica tiene nombre completo: ahora, se llama “Aquiles Gay” y como Institución queremos compartir la experiencia que resultó de la elección del nombre e intentaremos reconstruir el proceso de consultas, lecturas y votaciones que nos llevó a elegir este nombre. Asimismo, recuperaremos los principales rasgos de la biografía y del pensamiento de Aquiles Gay: maestro normal, ingeniero, decano de la Universidad Tecnológica Nacional, Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de Córdoba y ciudadano ilustre de la ciudad de Córdoba. Nombrar una institución no es un gesto protocolar sino un acto de filiación y de refundación cultural, al final queremos recuperar el legado humanista de Aquiles Gay para pensar, hoy, los debates sobre inteligencia artificial y nuevas tecnologías en las aulas.

Palabras clave: Educación Tecnológica; identidad institucional; Aquiles Gay; cultura institucional.

⁴⁷ María Eugenia Danieli Es Lic. y Prof. en Ciencias de la Educación y Magister en Procesos Educativos Mediados por Tecnologías, por la Universidad Nacional de Córdoba. Directora del Instituto Superior del Profesorado Tecnológico Aquiles Gay de Córdoba, donde desarrolla también acciones de formación docente desde el 2004. Profesora de la carrera de Ciencias de la Educación, FFyH, UNC.

⁴⁸ Carola Rodríguez es Prof. y Lic en Ciencias de la Educación FFyH, UNC. Especialista en Pedagogía de la Formación Docente FFyH, UNC. Docente de la Cátedra Teorías del Aprendizaje (2017-2025) Escuela de Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Humanidades, UNC. Regente de Nivel Superior (2013-2019) Directora ISFD (2019-2024) Instituto Superior del Profesorado Tecnológico, Dirección General de Educación Superior, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. Supervisora de Nivel Superior, (2024 a la fecha) Dirección General de Educación Superior, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

Hace pocos meses tuvimos el honor de tomar la responsabilidad en el ritual de imposición de nombre de nuestra institución en conjunto con autoridades, docentes y ex docentes, estudiantes, egresados, personal de la casa, jubilados y jubiladas, amigos y amigas del profesorado. Nos sentimos profundamente orgullosos de formar parte de esta comunidad, una comunidad que, como toda institución educativa, es siempre un proyecto dinámico, tejido en redes y lazos en permanente construcción. Hay acontecimientos que dejan una huella duradera en ese devenir. Adoptar un nombre, es entonces y sin duda alguna uno de esos acontecimientos trascendentales.

¿No bastaba, después de todo, con seguir siendo ISPT? Es una sigla que nos identifica, que tiene hasta su propio gentilicio, somos “isepetianos” hace más de sesenta años de historia. Pero en un mapa educativo poblado de siglas parecidas a la nuestra, la pregunta por un nombre propio se nos volvió también una pregunta por la diferencia: quiénes somos, cómo nos reconocemos, qué queremos que nos distinga, quién nos representa, quién encarna nuestros valores. Por eso, como comunidad, emprendimos un largo camino de consultas, lecturas, votaciones y conversaciones para comprender mejor la trascendencia de este acto y del nombre que elegiríamos. Y empezamos a entender que nombrar una institución es mucho más que colocar una placa o actualizar sellos y membretes: es, como sostiene Lidia Fernández, “un acto de filiación y de refundación cultural, porque las instituciones se construyen sobre tramas simbólicas, historias y valores que orientan su sentido social” (1994).

Ahí surgió otra pregunta que no pudimos dejar de hacernos: ¿qué sentidos e historias asociamos al ISPT? ¿Qué valores y qué apuestas nos marcaron y queremos que nos sigan marcando hacia el futuro? Lucía Garay nos dio, en este punto, una pista: la institución educativa cobra vida en la manera en que habita su cultura institucional y proyecta sus prácticas. Ponerle nombre a nuestra escuela implicaba, entonces, delinear un horizonte, visibilizar una matriz pedagógica, elegir a quiénes deseábamos mirar para construir nuestra identidad.

Walter Benjamin, afirma que “es necesario recorrer las ciudades en su profundidad para comprender aquello que muestran en la superficie, y que hay barrios enteros que revelan

sus secretos a través de los nombres de sus calles”.⁴⁹ Algo parecido pensamos de nuestra institución: su nombre no es una etiqueta que se pega por fuera, sino una superficie que, bien mirada, deja ver la historia que la sostiene. Adoptar un nombre para una institución con más de sesenta años de trayectoria no resultó una tarea fácil. Pero asumimos ese desafío como una oportunidad para honrar el pasado y afrontar el porvenir, convencidos de que habilitaba un diálogo cargado de interrogantes, leyendas, anécdotas y proyectos. Quisimos que los nuevos, los recién llegados, indagaran en profundidad lo que supone hoy llamarse Instituto Superior del Profesorado Tecnológico «Aquiles Gay». Y quisimos, también, que los viejos, los que estuvieron antes, compartieran sus narrativas y relatos para que oficiaran de lazo, un lazo en el que pudiéramos hacer de este presente una oportunidad de filiación con aquello que nos antecedió.

Este nombre, Aquiles Gay, no fue impuesto, lo elegimos. Y elegirlo fue también asumir un mandato, generar expectativas, reconocer valores, construir representaciones. Lo entendimos como una invitación a continuar con los desafíos de esta institución que nació para formar a los docentes del área técnica y que fue transformando su identidad con los aportes de quienes, con el tiempo, vieron la necesidad de ir siempre más allá.

¿Y quién fue Aquiles? Fue ingeniero mecánico, coleccionista de objetos y de relatos, pionero y referente de la Educación Tecnológica, un caminante, un convencido de que las transformaciones se realizan desde las escuelas, desde la educación de los ciudadanos. En Río IV, su ciudad natal, se recibió de Maestro Normal, fue también decano de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Córdoba en tiempos convulsos, la Universidad Nacional de Córdoba lo distinguió como Doctor Honoris Causa y la Municipalidad de Córdoba lo declaró ciudadano ilustre. Casi podría decir que su trayectoria entera es una invitación a la reflexión permanente. Su nombre, ahora también el nuestro, será siempre provocación, compromiso, trabajo, dinámica, profundidad y búsqueda.

Fue su interés por la formación en Cultura Tecnológica de los ciudadanos presentes y futuros, lo que lo llevó a enriquecer los debates sobre la técnica y la tecnología, sobre el mundo artificial, sobre el saber hacer y el saber pensar. Debates que, sostenía, debían formar parte del currículum, debían estar en la escuela y debían integrar la formación

⁴⁹Los discursos originales atribuyen esta reflexión sobre las ciudades y los nombres de sus calles a Walter Benjamin, sin precisar la obra de referencia. Se conserva la atribución tal como fue formulada en el acto, sin agregar una fuente bibliográfica que no fue explicitada por los oradores.

general de todo ciudadano. Sin embargo, es esencial resaltar que su aporte no fue una apología de la máquina, de los artefactos, sino una defensa profunda del enfoque humanista de la técnica. Lo dijo con una claridad que no perdió vigencia: «*Debemos humanizar las máquinas y no robotizar a los hombres*». Para él, la tecnología era una actividad sociocultural, un modo de comprender el mundo transformándolo con sentido de justicia, ética y bienestar colectivo.

Tomamos su legado y hoy, cuando la Educación Tecnológica se redefine con la llegada de nuevos saberes y nuevos objetos —computacionales, digitales, atravesados por la inteligencia artificial—, y comprobamos que el eje de preocupaciones que marcó Aquiles no pierde vigencia, por el contrario, nos interpelan las mismas preguntas por el sentido de la Educación Tecnológica para la formación de ciudadanos. Renombrar es, en ese sentido, refundar sentidos sin perder el norte.

Tampoco creemos que este legado hable solo hacia adentro de la Educación Tecnológica. Aquiles fue un educador y un pensador de la cultura integral: entendió que el mundo artificial que habitamos requiere de las ciencias para comprenderlo, de la tecnología para diseñarlo, pero sobre todo de las humanidades, las ciencias sociales y la pedagogía para darle una dirección ética y democrática. Sin dudas, su nombre se vuelve un puente integrador para las carreras, los proyectos y las actividades que hacen a nuestra vida cotidiana como institución. Asumir el nombre de Aquiles Gay es un compromiso de futuro: una manera de proyectar una educación tecnológica comprometida con las personas, con la construcción colectiva de saberes y con el desarrollo sostenible de la sociedad.

En palabras de Eduardo Galeano (1993):

«Quien nombra, llama. Y alguien acude, sin cita previa, sin explicaciones, al lugar donde su nombre, dicho o pensado, lo está llamando. Cuando eso ocurre, uno tiene el derecho de creer que nadie se va del todo mientras no muera la palabra que, llameando, llameando, lo trae»,

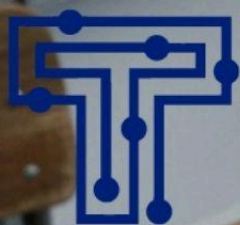
Queremos que el nombre de Aquiles Gay, nos interpele y nos guíe siempre en la búsqueda de la formación ciudadana en la Cultura Tecnológica y en la defensa de la Educación Tecnológica; que nos recuerde no dejarnos cautivar por innovaciones que, muchas veces, son puestas al servicio de la destrucción y la guerra. Que en tu nombre se

promuevan las vocaciones científicas y tecnológicas, y se multipliquen las preguntas sobre las máquinas, los procedimientos, los objetos, las técnicas, los mecanismos, los sistemas, los artefactos y lo que significan. Que en tu nombre surjan y se sostengan los clubes de ciencia y tecnología. Que su legado sea siempre una motivación para revisar lo que enseñamos en nuestras clases y para preguntarnos, día a día, cómo mejorar la Formación Docente.

Aquiles, en una entrevista con La voz del Interior, un periódico cordobés, expresó: “*vale la pena romperse el alma por nuestros sueños*”. Apostamos, como él, por soñar y actuar en consecuencia por una educación pública democrática, creativa y de sentido profundamente humano. Ese es, después de todo, el mandato que un nombre —bien elegido— impone. Que, bajo su nombre, esta comunidad del Instituto Superior del Profesorado Tecnológico mantenga viva su esencia y llegue tan lejos como sea posible.

Referencias

- Fernández, L. M. (1994). Instituciones educativas: dinámicas institucionales en situaciones críticas. Paidós.
- Galeano, E. (1993). Las palabras andantes. Alfaguara.
- Garay, L. (s. f.). Análisis institucional de la educación y sus organizaciones [documento de cátedra]. Escuela de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Córdoba.
- Danieli, Eugenia y Rodríguez, Carola (2026) Discursos pronunciados en el acto de imposición del nombre «Aquiles Gay» al Instituto Superior del Profesorado Tecnológico (documentos institucionales inéditos).



TechNE

Tecnología naturalis est

4. EXPERIENCIAS DE AULA DIDÁCTICA DE LA ED TEC

4. 14. LOS DIAGRAMAS DE BLOQUES FUNCIONALES

Una herramienta didáctica potente

Marcelo Barón⁵⁰

Resumen

Hay varios tipos de diagramas que utilizamos en Educación Tecnológica (E. T.) en los distintos niveles educativos, porque son un recurso fundamental a la hora de expresar características de los procesos tecnológicos y sistemas cualquiera fueren para que sean claramente entendibles y significativos.

Los diagramas en general son herramientas conceptuales que podemos usar para representar en forma gráfica, clara y didáctica, distintas propiedades y/o dimensiones de un sistema, artefacto o proceso que nos interesa abordar para su mejor entendimiento, tanto de su estructura funcional y física, como de sus operaciones, funcionamiento y/o su respuesta en el tiempo.

En este artículo vamos a enfocarnos especialmente en los diagramas de bloques funcionales.

Palabras clave: Diagramas de bloques funcionales - Educación tecnológica - Enfoque sistémico - Sistemas de control automáticos - Modelo de caja negra

⁵⁰ 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

Parte I.- Algunas consideraciones conceptuales

Tenemos en nuestra mochila didáctica los diagramas de **bloques funcionales**, los de **flujo**, los de **procesos**, los de **tiempos simultáneos**, los de **Pert y Gantt**, los de **estados**, los **mapas conceptuales**, los **planos y esquemas**, entre los más utilizados en Educación Tecnológica.

No hay diagramas mejores que otros, cada uno representa una dimensión del sistema a abordar, aportan informaciones diferentes, y todos son complementarios. Lo que prevalece en todo caso, es el acento que queremos dar a alguna de las dimensiones de ese sistema a partir de nuestra estrategia didáctica y del nivel escolar.

Diagramas de bloques funcionales

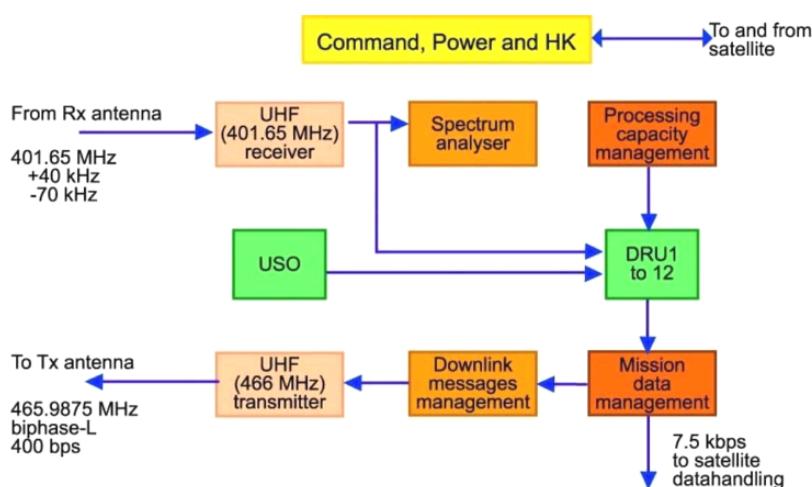
Estos diagramas están asociados conceptualmente al Enfoque Sistémico, que es una derivación de la Teoría General de Sistemas (TGS), y es complementario a nuestro Enfoque Sociotécnico.

Estos constituyen una herramienta que ayuda en la comprensión "transversal" de la lógica que tienen en común todos los sistemas tecnológicos, ya sean artefactos, redes de comunicación, fuentes de energía, modelos de organización, etc. Es decir, consiste en encontrar en los más variados sistemas las invariantes que nos permiten poner a todos estos en un mismo plano de comprensión y radica fundamentalmente en reconocer en todos ellos los **flujos** en las **entradas y salidas**, ya sean de **materia (M)**, **energía (E)** y/o **información (I)**, y las principales **funciones** (que realizan **operaciones**), que forman parte de un sistema, artefacto o dispositivo, ya sean de **transformación**, **regulación**, **almacenamiento** y/o **transporte**.

Es para nosotros como educadores, una herramienta muy potente de comprensión didáctica y de simplificación de la complejidad para la comprensión, en nuestro caso de la E. T., del **mundo de lo artificial**, y un aporte al **pensamiento crítico**.

Un diagrama de bloques funcionales sirve para representar la estructura interna de un sistema de acuerdo a la **función** de cada una de sus partes, es decir qué nos dan, a partir de los flujos de M, E e I que entre ellos circulan y la interacción entre todos ellos. Este tipo de diagrama no tiene el propósito de darnos información del funcionamiento dinámico en el tiempo por lo tanto es una "fotografía inmóvil" del sistema. (Para ello están los diagramas de procesos, los de flujo, los de tiempos, etc.).

Esta es una herramienta típica en ingeniería. En educación tecnológica utilizamos una versión simplificada acorde a nuestros fines.



Simbología de los diagramas de bloques

Hacemos un repaso de las convenciones que básicamente utilizamos para confeccionarlos:

Los bloques:

Se representan con un rectángulo las funciones de transformación, almacenamiento o transporte, con las correspondientes flechas para los flujos de entrada y salida. En el interior o sobre el mismo ponemos el nombre que lo identifica. (Es un sustantivo, no un verbo, porque en ese caso representaría una operación en un diagrama de procesos, que no el lo mismo).

El orden en que se distribuyan los bloques o sub bloques en la hoja no tiene importancia, es decir no tienen que mantener necesariamente similitud con la ubicación física real de los dispositivos dentro del artefacto o sistema. Se los distribuye tratando de que queden prolijos para facilitar su análisis.



Las flechas:

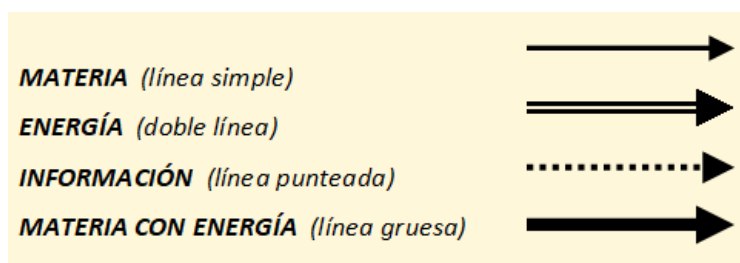
Representan los **flujos** de **materia**, **energía** y/o **información**. (La descripción del elemento que fluye se escribe arriba, abajo o al costado sin un recuadro o bloque, para que no se confunda con lo que los rectángulos representan). La flecha representa tanto el

flujo (agua, electricidad, ondas), como también el canal por el que fluye, ya sea un caño, un cable, el aire o el espacio.

El caso de materia que contiene energía (flecha gruesa), sería por ejemplo, el del vapor o el aceite a presión en una cañería industrial (dónde la presión es lo útil pero la materia es su vehículo), un combustible (es materia que tiene una energía potencial), o el agua caliente (si es que su temperatura alta tiene una función específica), etc.

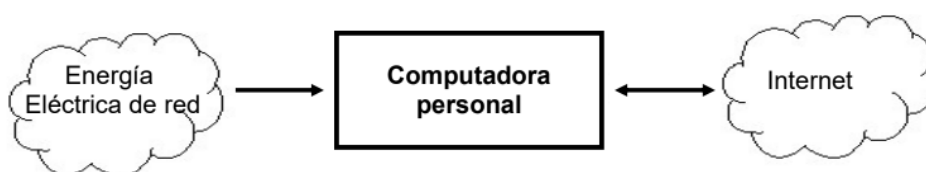
La información (línea punteada), físicamente, no es sino un flujo de materia o de energía, pero en este caso está modulada de tal forma que lo útil no es la materia o la energía que fluye sino la información que a través de ellas se transmite.⁵¹ (Ejemplo, la tinta en un texto o las ondas electromagnéticas para los medios de comunicación).

Una flecha de flujo se puede bifurcar en dos o más, si ese flujo se reparte a más de un destino, como ser por ejemplo, la corriente eléctrica a la entrada en un secador de pelo, que adentro se conecta al motor por un cable y a la resistencia calentadora por otro cable.



Las nubes:

Representan redes de cualquier tipo, de abastecimiento o intercambio, de energía, materia o información. Se utiliza el símbolo de una “nube”, porque estamos en presencia de otro sistema que no tiene un lugar definido sino que está extendido en el espacio físico. Nos sirve para expresar gráficamente que algún insumo que entra a un sistema o dispositivo proviene de un sistema mucho más grande que no tiene un límite físico determinable, como ser por ejemplo una red de energía eléctrica, de agua, u otro tipo de red, y también hacia donde fluye un determinado producto que sale de un sistema y va hacia una red, como ser el ejemplo de un modem de una computadora desde

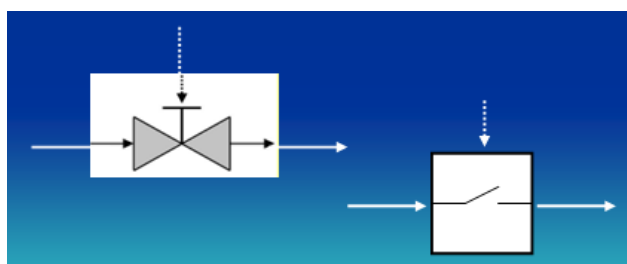


⁵¹ Como excepción podemos mencionar que a nivel cuántico, dos o más partículas “entrelazadas” transmiten información entre ellas estando separadas cualquier distancia en el universo, sin mediar ningún canal ni circulación de materia o de energía. La naturaleza de este fenómeno no está aun explicada por la ciencia.

y hacia Internet, o un electrodoméstico conectado a la red eléctrica, o una hornalla a la red de gas, etc.

Las válvulas:

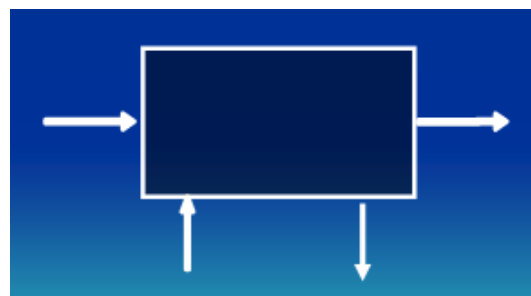
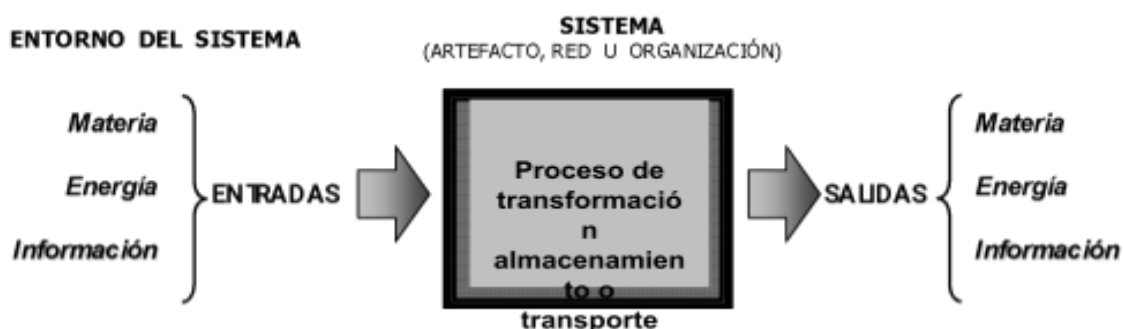
Genéricamente, representan todo dispositivo que regula un flujo, de M, E o I, ya sea de paso/no paso, paso unidireccional, flujo proporcional o progresivo. Puede ser un interruptor, una llave de paso, una canilla, una compuerta de represa, una puerta, etc. Tienen una entrada y una salida del flujo principal, más una entrada de la acción de control (manual o desde algún dispositivo mecánico,



fluídico o eléctrico/electrónico), que como tal, más allá de ser algún tipo de energía, se la considera siempre conceptualmente una información y por eso va con línea punteada.

¿Cómo comenzamos?

En un primer abordaje partimos del concepto de “**caja negra**” para representar a un sistema o dispositivo definido que abordamos para estudiarlo, porque didácticamente no nos es significativo – en un principio – saber cómo está constituido, sino reconocer cuáles son sus flujos de entrada necesarios para cumplir a su salida su función.

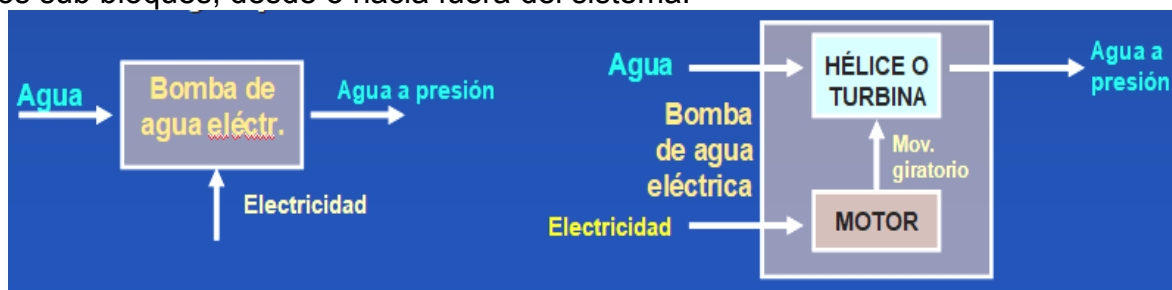


Hemos construido entonces un modelo abstracto, una **"caja negra"**. El paso siguiente es identificar qué nos da ese sistema a su salida, y luego cada uno de los flujos de entrada de M, E o I.

Luego, al abrir esta primer **"caja negra"**, describimos los componentes o elementos que están dentro del sistema, viendo los sub o **sub-sub-bloques** que lo componen, también como sub cajas negras, de acuerdo al nivel escolar y cognitivo de los alumnos/as, y a los respectivos propósitos.

El diagrama debe incluir cada una de las partes/funciones del sistema que consideramos significativas, y cada parte puede estar constituida también por un conjunto de subpartes, aunque sólo las simbolicemos como **sub cajas negras**.

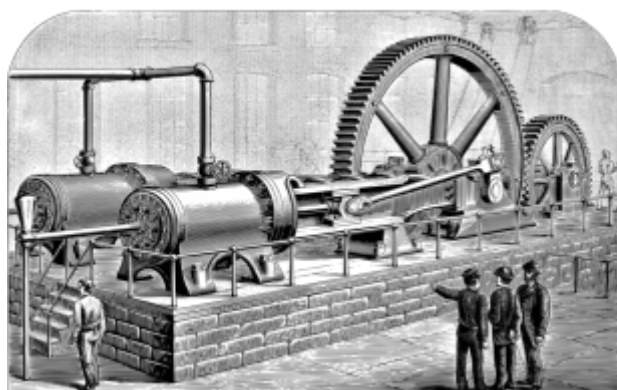
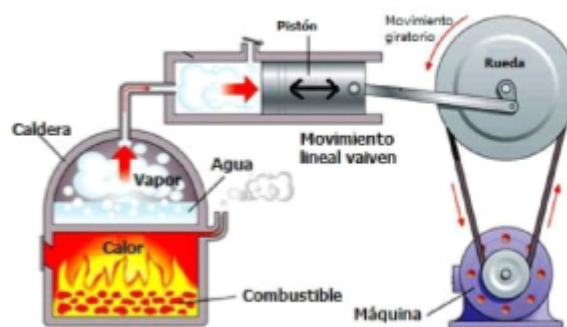
En el ejemplo de abajo se ve una "bomba de agua", que tiene por función impulsar con fuerza el agua, hacia algún conducto o para elevarla, para lo cual debemos aportarle alguna energía. Entonces, primero vemos qué sale. Después, qué se necesita para que salga esa agua a presión. Entonces, en el siguiente paso abrimos la caja negra "bomba de agua" (deja de ser "negra" y se transparenta), para ver cuáles son sus partes constituyentes, -es decir, ahora las sub cajas negras-, en este caso el motor y la turbina, y cómo las flechas que representan los flujos, entran o salen correspondientemente a, o de estos sub bloques, desde o hacia fuera del sistema.



Como vimos arriba, no es necesario que en el diagrama, sus bloques funcionales coincidan con la posición física real de los distintos dispositivos en el sistema o artefacto sino la relación conceptual entre ellos.

Representando una máquina de vapor

Analizamos en clase el –paradigmático– sistema **máquina de vapor** (un "motor a fuego"), y explicamos ante todo, los principios del funcionamiento:

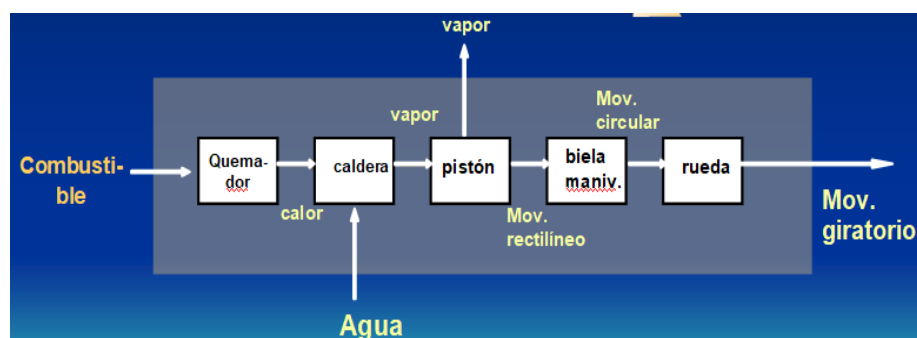


Reconocemos cuál es el producto que “nos da” a su salida (movimiento giratorio, en este caso) e identificamos qué recibe en sus entradas (calor y agua).

Luego la esquematizamos con una “caja negra” donde apreciamos su función, que es entregarnos movimiento a partir de una fuente de calor generado por algún combustible.



Después abrimos la caja negra y vamos analizando paso a paso qué dispositivos son necesarios para conseguir movimiento giratorio, en base a los principios de funcionamiento estudiados previamente.



Como repaso: el “producto” movimiento giratorio resultante (que pasa a ser un “insumo” para otras máquinas), puede tomarse de una rueda, polea o sólo de un eje que gira. Pero la rueda en este sistema es necesaria porque tiene la función de hacer que ese giro sea regular y constante por su peso e inercia.

Por otro lado sabemos que la máquina funciona a base del vapor generado en la caldera, que calienta el agua con el fuego del carbón u otro combustible. Ese vapor a presión entra a un pistón que mueve su cilindro hacia delante, y en esa posición final, por un mecanismo de válvulas, se libera el vapor para que el cilindro pueda volver hacia atrás y repetir del ciclo.

Ya tenemos el movimiento rectilíneo a partir del fuego. Falta el operador o dispositivo que convierta ese movimiento vaivén en giratorio. Cumplirá esa función la biela manivela, que no es otra cosa que una palanca articulada, conectada a alguna parte (excéntrica) de la rueda a modo de manivela.

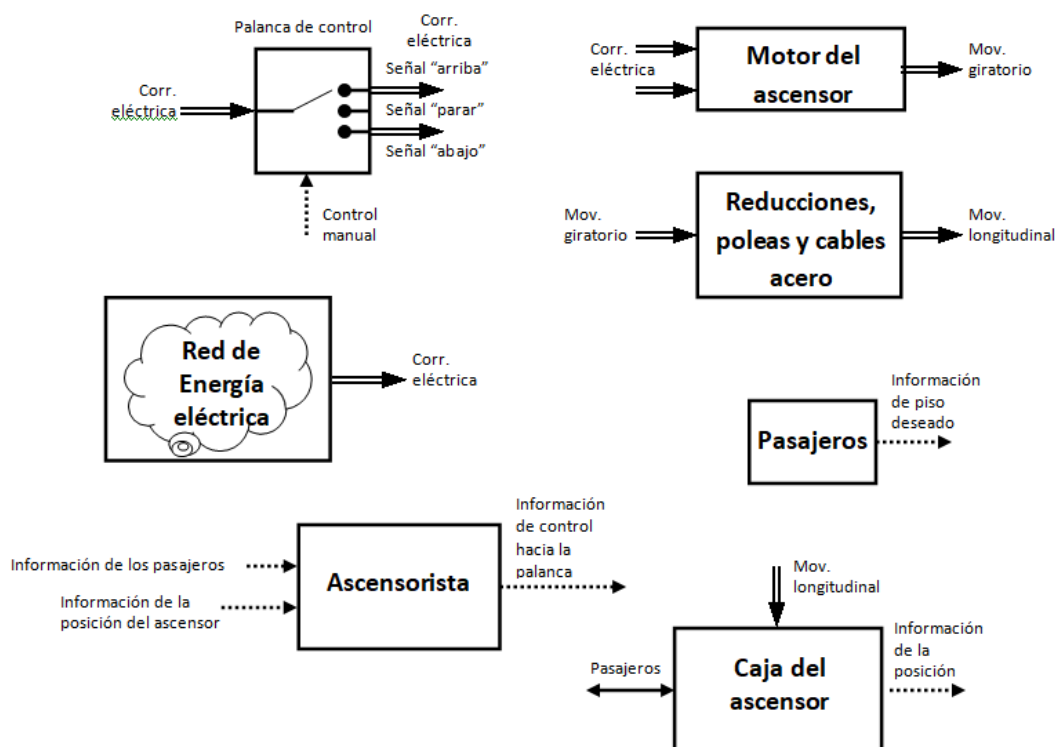
Así vamos esquematizando este proceso con los flujos descritos que entran y salen de cada operador, y completamos el diagrama con todas las flechas y bloques correcta y lógicamente conectados. Logramos con esto una comprensión simple y clara de cómo funciona, que es más rico que hablar de las máquinas de vapor como una máquina abstracta, sin saber cómo funciona y qué nuevo aporte tecnológico lograron en su momento.

Representamos un sistema de ascensor, manual y automatizado

En este ejemplo representamos un ascensor (antiguo) con ascensorista, para comenzar con un diagrama más simple, donde podemos individualizar los siguientes bloques funcionales:

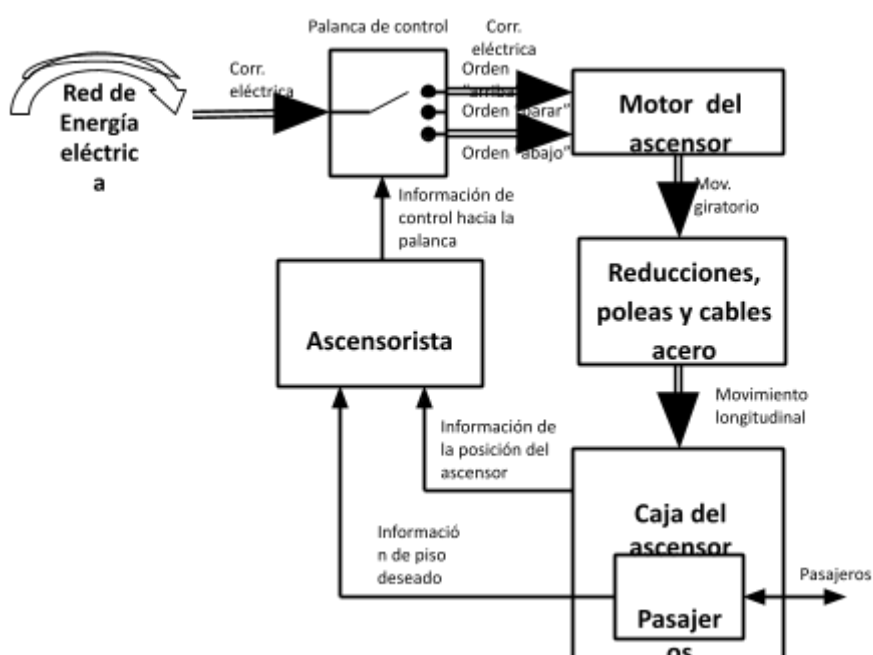
- Palanca de control
- Motor
- Transmisión: engranajes, poleas, correas y cable de acero
- Caja del ascensor
- Ascensorista
- Pasajeros

Consideramos al ascensorista como parte del sistema como el controlador, porque se trata de un ascensor con control manual.



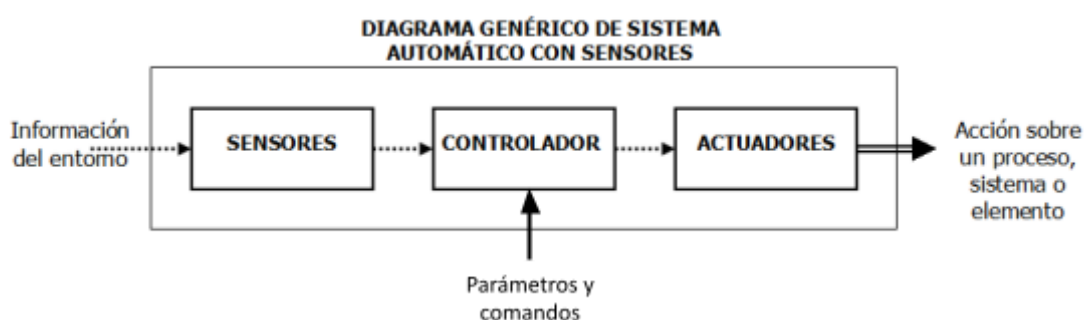
Entonces podemos dar la consigna que, dados estos bloques, completar el diagrama completo del ascensor con ascensorista, uniéndolos lógicamente y coherentemente, sin que quede ninguna flecha de flujo suelta. Puede ser un trabajo en grupo o en una lluvia de ideas con el docente coordinando y consensuando el diagrama correcto en el pizarrón.

El diagrama correcto quedaría de la siguiente forma:



¿Cómo aplicar un diagrama de bloques a un sistema automático con sensores?

Los sistemas automáticos en general están compuestos por un conjunto de componentes básicos: 1) el proceso o sistema sobre el que actuar, 2) el dispositivo controlador, 3) los sensores y 4) los actuadores. Todos ellos pueden ser tanto analógicos o digitales, electrónicos, electromecánicos, mecánicos o fluidicos, o combinaciones de todos ellos). Su comportamiento está definido por el programa de acción con el que se programe el controlador.



Controlador:

Es el responsable de llevar a cabo la estrategia de control elegida. Procesa la información recibida desde los sensores y elementos de comando y parámetros fijados en sus entradas y genera las acciones de control sobre el o los actuadores conectados a sus salidas. Existen muchos tipos de controladores, con distintos niveles de complejidad, distintas características, y tecnologías de fabricación diferentes; el PLC es uno de ellos, otros los microcontroladores integrados tipo Arduino, aunque también puede ser en cualquier tecnología no necesariamente electrónica.

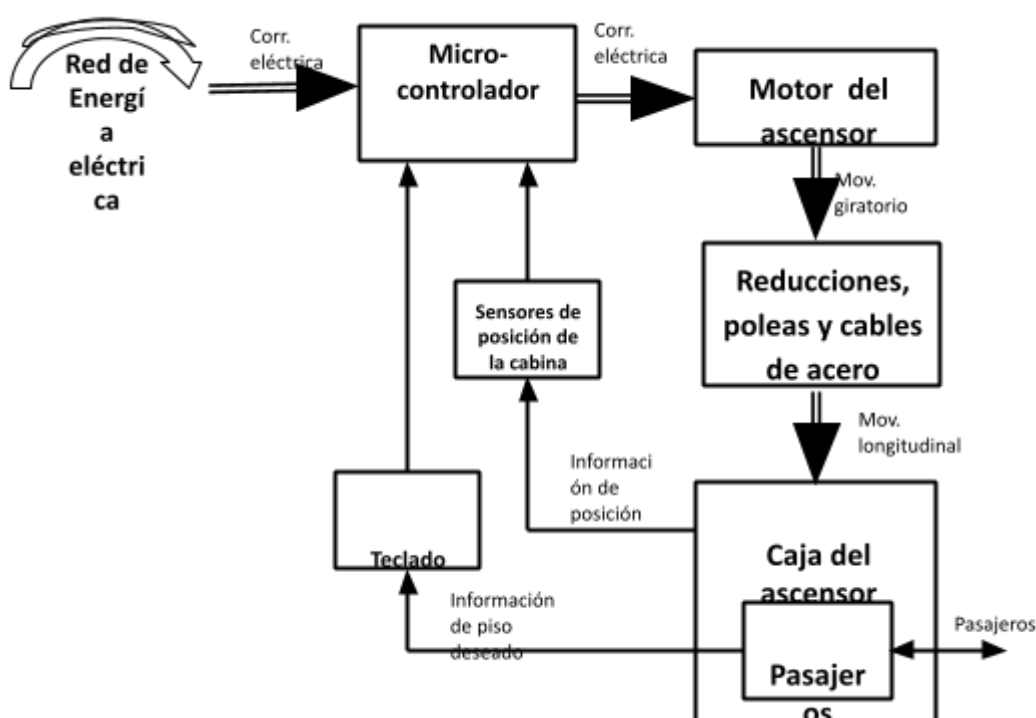
Sensores:

Son elementos que están a la entrada del sistema, cuya función es convertir la magnitud de una variable de un medio físico, en una señal que sirva de información para controlar alguna parte vinculada con el sistema, o sea detectar y medir el estado de alguna variable externa o de dentro del mismo sistema. Esta información será usada para que el controlador tome las decisiones para realizar las acciones de control necesarias.

Actuadores:

Son los elementos que están a la salida del sistema. Su función es convertir las órdenes (acciones de control) generadas por el controlador en cierta clase de energía necesaria para actuar sobre el sistema a controlar, o sea realizar las acciones de control final actuando sobre el sistema, objeto o proceso modificando su estado. Es el caso de los motores, manos o brazos robóticos o cualquier dispositivo o herramienta accionada no manualmente, en estos casos.

Aplicando todos estos conceptos al ejemplo del ascensor anterior y reemplazando la función del ascensorista humano por un dispositivo controlador (como caja negra, microcontrolador electrónico), más los sensores y el teclado correspondiente, convertimos el sistema en un ascensor automático. Entonces el diagrama final sería el siguiente:



Donde, los sensores son el teclado y los de posición de la cabina, los de puertas cerradas (no están representados); el actuador son el motor más los mecanismos, y el microcontrolador es obviamente el controlador, al cual le entra la energía de la red.

¿Qué se debe incluir y qué no en un diagrama de bloques?

No hay una normalización establecida, pero sí una serie de consideraciones. Cuando elaboremos un diagrama de bloques debemos tener en cuenta qué es lo que se desea analizar, siempre de acuerdo al nivel cognitivo de los alumnos/as. Los criterios que se

usen son debatibles, dependiendo de qué es lo que queremos resaltar, o cuáles son los alcances u objetivos del análisis mediante estos diagramas.

¿Cuánto detalle debe tener un diagrama de bloques?

Cuando decidimos incluir varias partes o elementos en un mismo bloque que representa una función clara y específica, (lámpara led por ejemplo), estamos haciendo al diagrama menos detallado, más simple, acorde a nuestros objetivos, interés y nivel cognitivo de las y los chicos. Cuando dividimos un bloque en varias subpartes estamos agregando detalle si esa es la intención.

El nivel de detalle debe ser el adecuado para el análisis que se desea realizar. Al contrario de lo que uno pensaría en primera instancia, cuanto menos detalle tenga (siempre que incluya lo suficiente), mejor. Un diagrama con más información de la necesaria resulta confuso, no aporta al propósito principal de entender las partes, las funciones y las lógicas de interconexión entre ellas.

En el caso de la bomba, se representó un bloque único (caja negra) para el motor porque no es nuestro propósito, en principio, conocer las partes o su funcionamiento interno (lo cual sí sería un propósito en una escuela técnica, estudiando un motor por dentro).

Resumiendo

Lo que sigue no es una receta pero sí es una serie de requisitos que deben cumplir los diagramas de bloques. Si no los cumplen debemos revisarlos.

- Cada parte del sistema que interviene en lo que se analice debe estar representada por un bloque o puede estar incluida dentro de otro bloque funcional (no puede repetirse si en el artefacto físico real no se repite).
- Como cada bloque representa una parte/función debe llevar por nombre un sustantivo.
- Si un bloque tiene efectos sobre más de otro bloque, la flecha saliente se debe bifurcar.
- Lo que dentro del sistema es permanente y cumple una función, es un bloque, lo que está en tránsito es un flujo.
- Las flechas de flujo que entran o que salen de un sistema, tienen que representar a entradas y salidas reales, físicas.

- El flujo que sale de un determinado bloque, tiene que ser el mismo que entra a otro. No puede salir movimiento giratorio de un motor hacia una lámpara que sólo puede recibir corriente eléctrica.
- Debe tenerse en cuenta que un diagrama de bloques no representa el funcionamiento de un sistema en el tiempo, (aunque eso pueda percibirse al analizarlo), sino que se trata de una fotografía del sistema, es decir, sólo una dimensión, la de las distintas partes o bloques funcionales y la interrelación mediante los flujos correspondientes entre ellas.

Nota: ¿Es el diagrama de bloques funcionales un enfoque artefactual?

Se podría argumentar que es una mirada restringida de un tema a abordar, si sólo quedase en el análisis del sistema o artefacto. Pero desde ya que esta tarea es complementaria a otras miradas o abordajes del tema que se está tratando. Es tan parcial tratar la máquina de vapor con el detalle que se quiera, sin estudiar su papel en la revolución industrial y el contexto sociotécnico, como abordar este período histórico sin entender el principio básico de funcionamiento de las máquinas, en nuestra área, por supuesto.

Parte II.- Algunas experiencias de aula aplicando diagramas de bloques

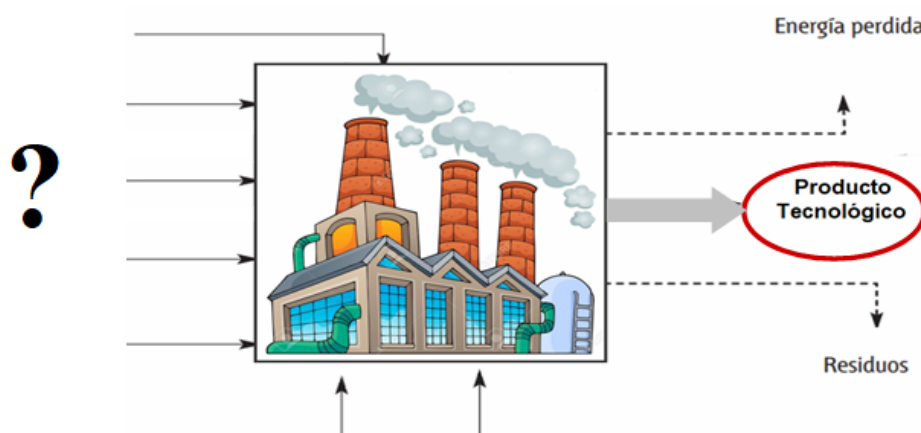
Lo que sigue en adelante son ejemplos de ejercicios de aplicación en el aula realizados a lo largo de mi experiencia docente en:

- *Segundo ciclo de primaria*
- *Primer ciclo de secundaria*
- *Capacitación y profesorado (terciaria)*

En cada uno de los ejemplos que vamos a ver a continuación, la formalización mediante diagramas de bloques es sólo un recorte de secuencias didácticas puntuales que abarcan las dimensiones históricas, técnicas y las distintas tecnificaciones aplicadas por los seres humanos en el tema abordado.

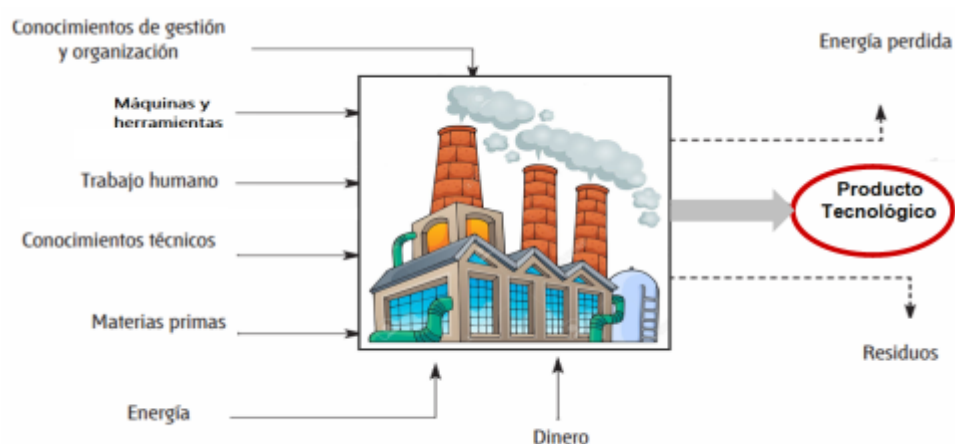
Segundo ciclo de primaria

1 – Lluvia de ideas a partir de la pregunta: ¿Qué necesita una fábrica o taller para obtener un producto? (4º/5º grado)



Ante todo se busca, por propuestas de las y los chicos, elegir un producto que sale de la fábrica, que no sea ni muy simple ni muy complejo, del tipo por ejemplo un instrumento musical, una bicicleta, etc. Van levantando la mano y el/la docente va anotando una lista de productos posibles. Pasando un primer filtro con esa consigna, se reduce la lista y entre todxs se vota por alguno de los productos propuestos, quedando el ganador como ejemplo de esa fábrica.

Ante la consigna del ejercicio, los chicos van levantando la mano proponiendo alguno de los insumos posibles. Por ejemplo “mano de obra”. Otro/a “máquinas”, otro/a “herramientas”, otro/a “materiales/materias primas”. El docente interviene diciendo: “con esos 4 elementos ¿Ya se puede fabricar ese producto qué faltaría?” Luego van proponiendo insumos que no son tan visuales, como ser “energía/s” o “conocimientos



técnicos” para saber qué hacer, o finalmente, “conocimientos de organización” para saber cómo hacerlo, o finalmente “dinero/capital” para poder funcionar.

Y ahí se completan todas las entradas necesarias, completando el diagrama como se ve abajo. Se puede a continuación agregar, si se considera pertinente, a cada una de esas entradas, si corresponden a un flujo de materia (M), energía (E) o información (I).

2 - Completamos entre todxs participativamente esta analogía humana. (5°/6° Grado):

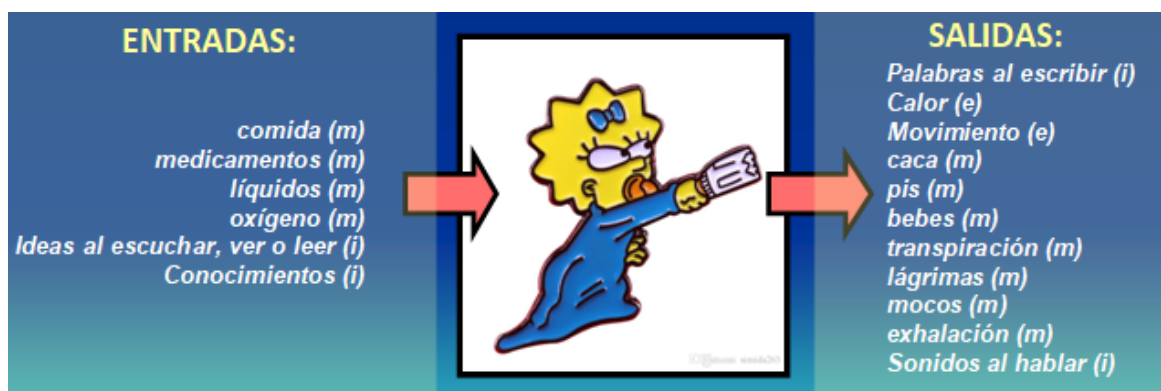
- Primero, con la figura humana en el centro de un bloque, el/la docente pregunta. ¿cuáles son todas las cosas que salen de una persona?

Lxs chicxs van levantando la mano y detallando lo que “sale” de las personas, del tipo que sea y el docente o algún alumno/a lo va escribiendo a la derecha de la figura.

- Luego pregunta: ¿qué cosas tienen que entrar necesariamente para que salgan las que dijeron anteriormente?

Se va anotando y se completa el cuadro con todos los flujos de entrada.

- Finalmente, se pueden detallar cuáles son materia, energía o información.



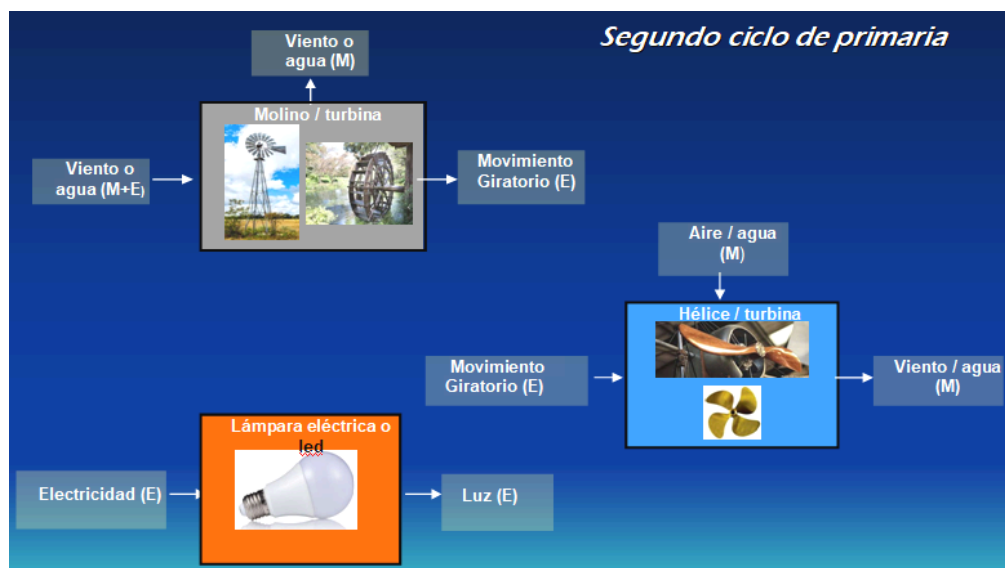
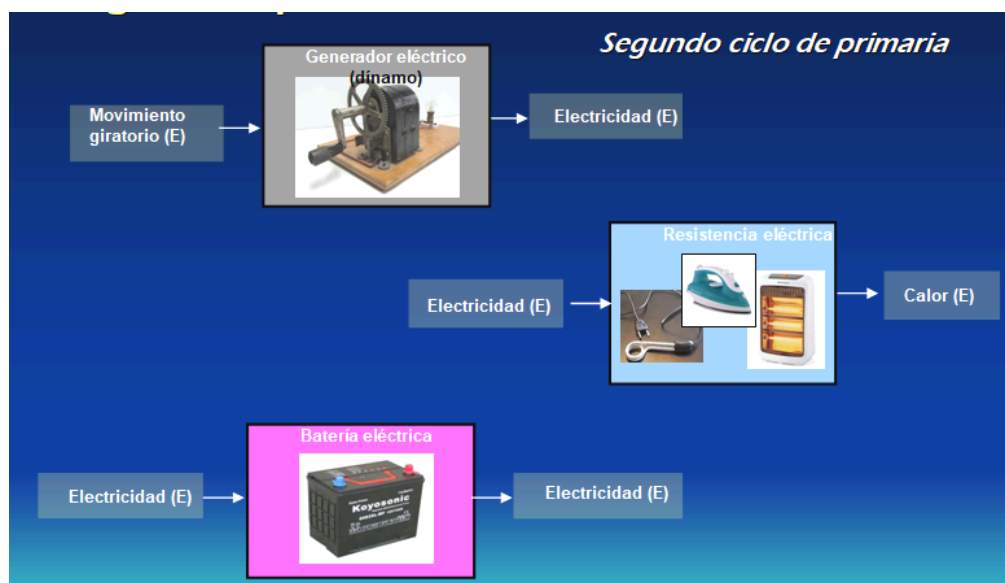
3 - Jugando con bloquecitos que representan dispositivos que transforman energías, sus entradas y salidas. (6°/7° Grado).

Consigna:

En cada uno de los **operadores** o **dispositivos** tecnológicos cotidianos que vamos a ver en adelante, agregá al **bloque** correspondiente, qué **insumos** entran y qué **producto** principal sale, ya sean **materia** o **energía**, de los **flujos** que están en la lista abajo, y

ponéles entre paréntesis (M) o (E) que correspondan, (en estos operadores no interviene la información).

Algunos seguramente sepas, otros no, podés investigar o averiguarlo. **Flujos de entrada o salida:** Aire – electricidad – calor – luz - luz solar – agua – aire – viento - movimiento giratorio – agua caliente – gasoil (Obviamente podés usarlos repetidos).

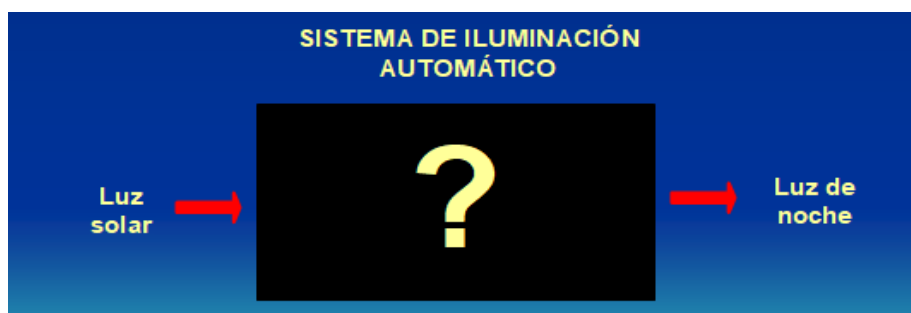


Se pueden entregar hojas impresas con los bloques con las flechas vacías (sin la descripción del flujo de que se trata), que deberán completarlos, preferentemente en grupitos de a 3 ó 4. Luego en una puesta en común el/la docente va preguntando, y se completan en el pizarrón las respuestas correctas. Se puede realizar en formato competencia, asignándoles puntos a las respuestas correctas, saliendo algún/os ganadores.



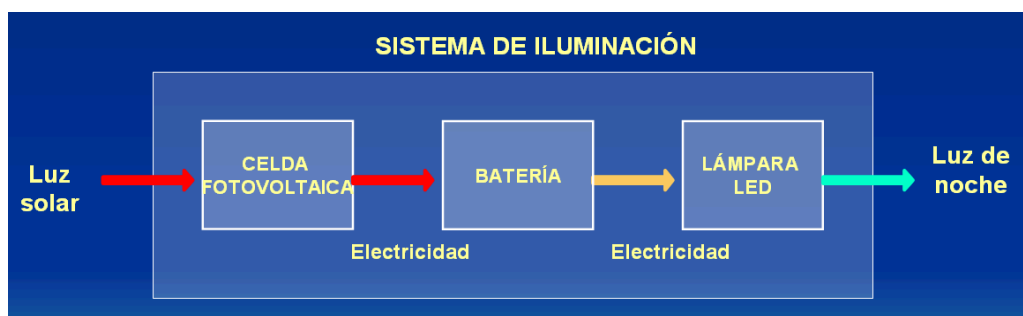
3.1 – Consigna (con los mismos bloques ya completados en alguna clase anterior):
*Queremos construir un **dispositivo** que tome **luz solar** en el día e **ilumine** a la noche.*
*¿Qué **operadores** de los vistos anteriormente tenemos que utilizar?*

Se puede dar como ayuda que el sistema se puede completar mínimamente con 3 bloques. Finalmente, como en el ejercicio anterior, se ve que



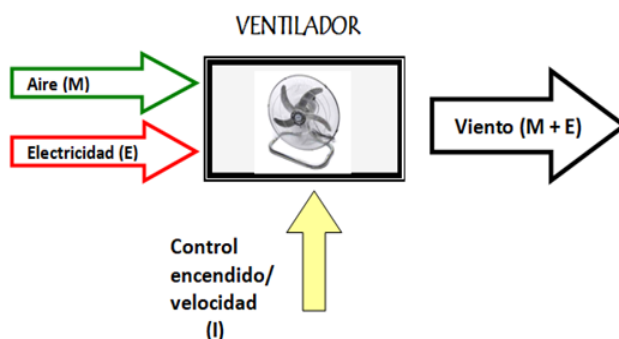
grupos acertaron con que el primer bloque tiene que ser una celda fotovoltaica, el último una lámpara y cuáles encontraron el operador correcto que hace de interface entre la electricidad

colectada durante el día y la que se necesita a la noche, el cual obviamente es una batería.

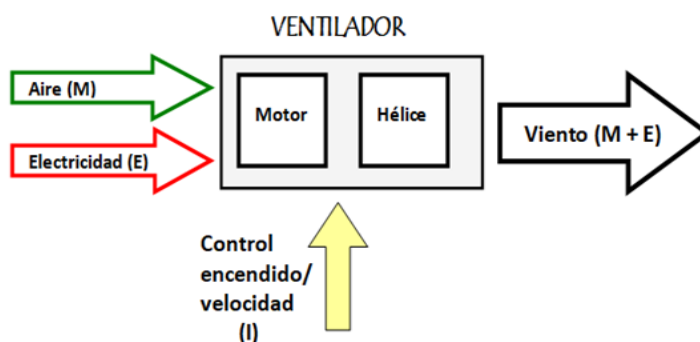


3.2 - Analizamos un electrodoméstico y conectamos los flujos que entran y salen con los sub bloques (cajas negras) que forman parte del sistema ventilador (6°/7° Grado):

Ante todo, el ventilador como caja negra.

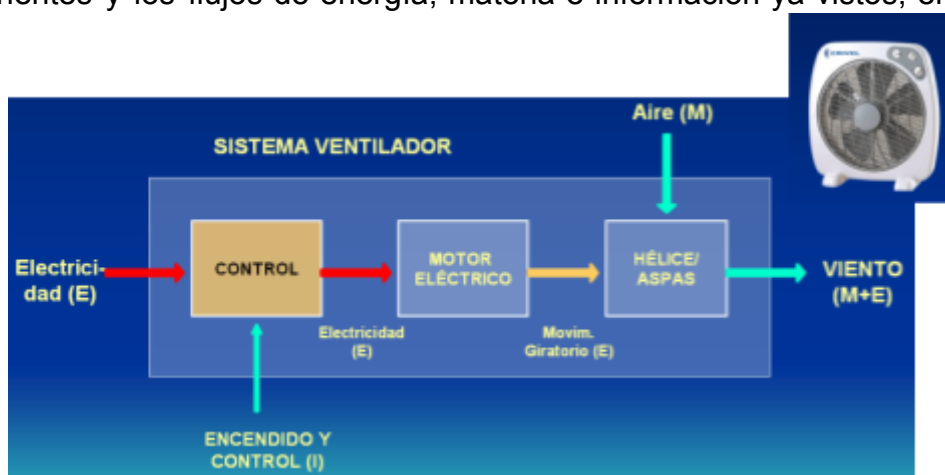


Luego, abrimos la caja negra.

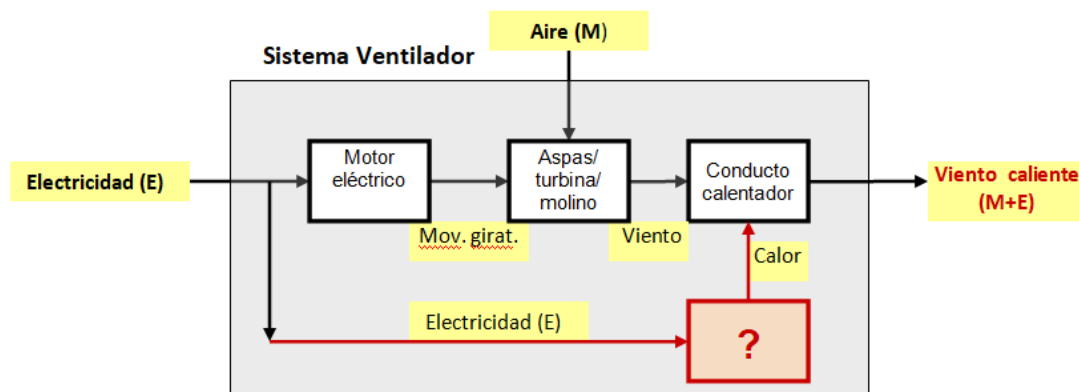


Analizamos los componentes y los flujos de energía, materia e información ya vistos, en cada uno de ellos.

Finalmente,
agregamos el
elemento de control e
intentamos conectar
todos los flujos sin
que quede ninguno
suelto o
desconectado.

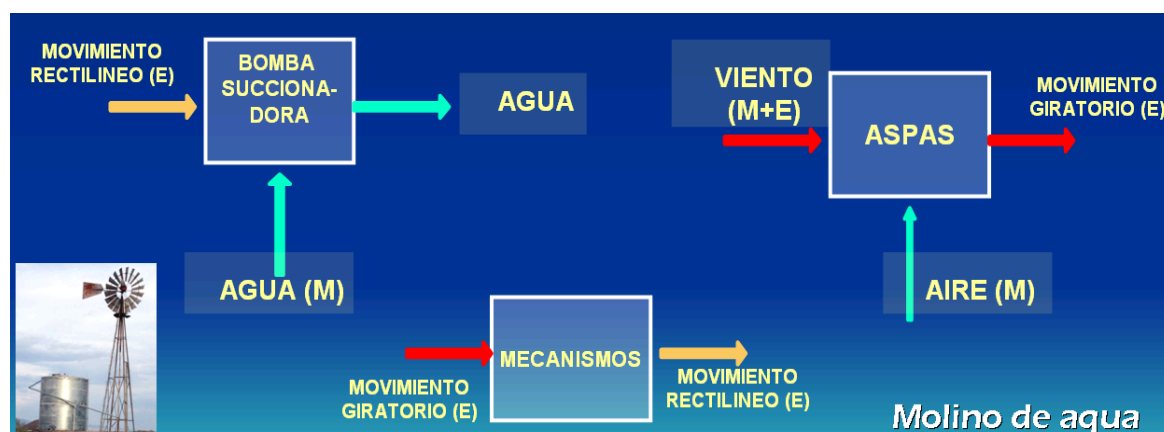


3.3 – Consigna: en el diagrama de bloques de abajo, ¿cuál sería el dispositivo que deberíamos agregar, de nuestra colección de bloques funcionales que estudiamos, para transformar nuestro ventilador en un caloventor o secador de pelo, o sea que expulse

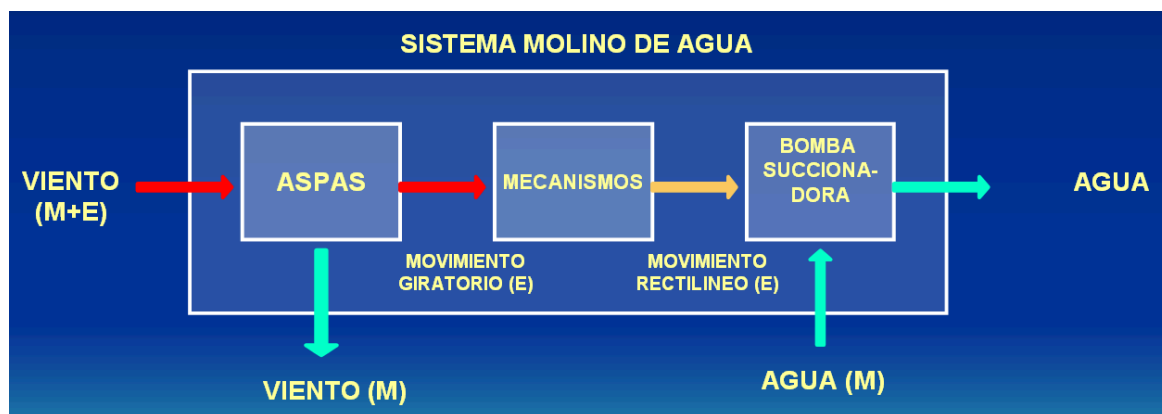


3.4 - Analizamos un molino de agua “americano”. (6°/7° grado):

Consigna: a partir de la “caja negra” del sistema molino de agua, donde entra viento, agua (del subsuelo) y sale agua por un caño, armar en grupos el sistema del molino uniando las partes sueltas dadas abajo, en forma coherente, haciendo coincidir finalmente los flujos de cada bloque con las entradas y salidas de la caja negra.

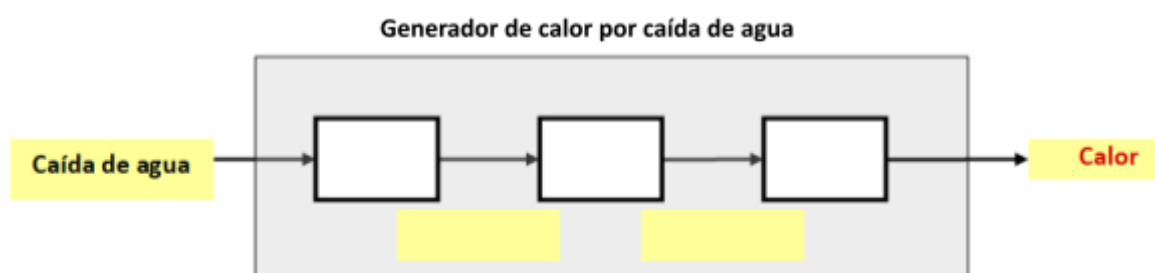


Finalmente se evalúa la corrección (o no), del diagrama construido por cada grupito, siendo el de abajo el diagrama correcto.

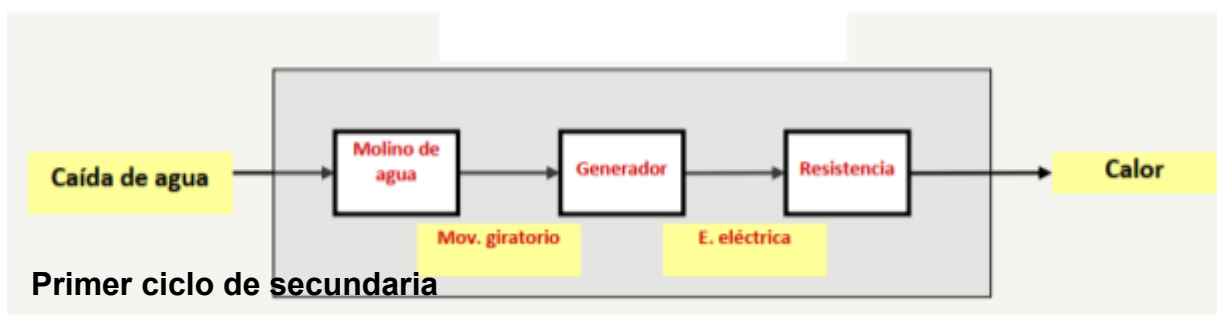


3.5 - Consigna: Un día con el grupo de mochileros subiendo al cerro, llegamos a una cabaña abandonada. Se hacía de noche y hacía mucho frío. Afuera había una cascadita de agua, y en unos cajones en la cabaña había varios cachivaches tecnológicos viejos. Queríamos ver si podíamos armar algo para calefaccionarnos, o sea, aprovechar la energía mecánica del agua para generar calor. ¿Lo podríamos lograr?

En el sistema de tres dispositivos de abajo, encontrá qué bloques funcionales necesitarías para construir ese sistema.



Este fue un trabajo individual de evaluación pero desde ya se puede hacer en grupitos. Abajo se ve el diagrama correcto.



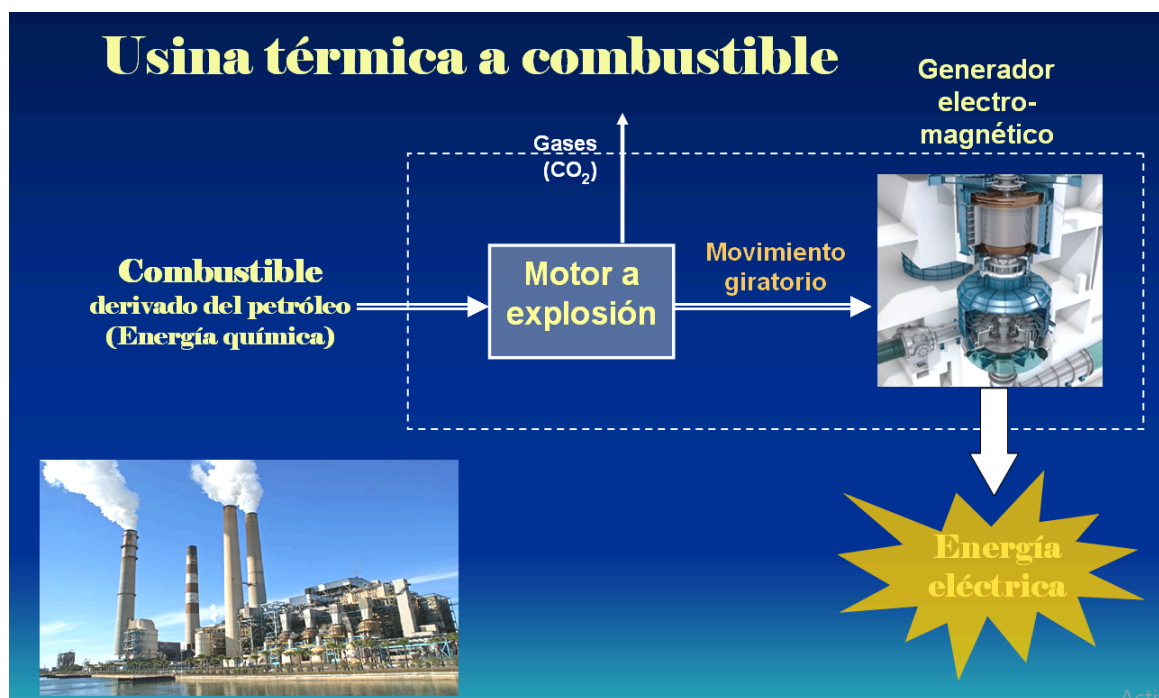
4.- Fuentes de energía

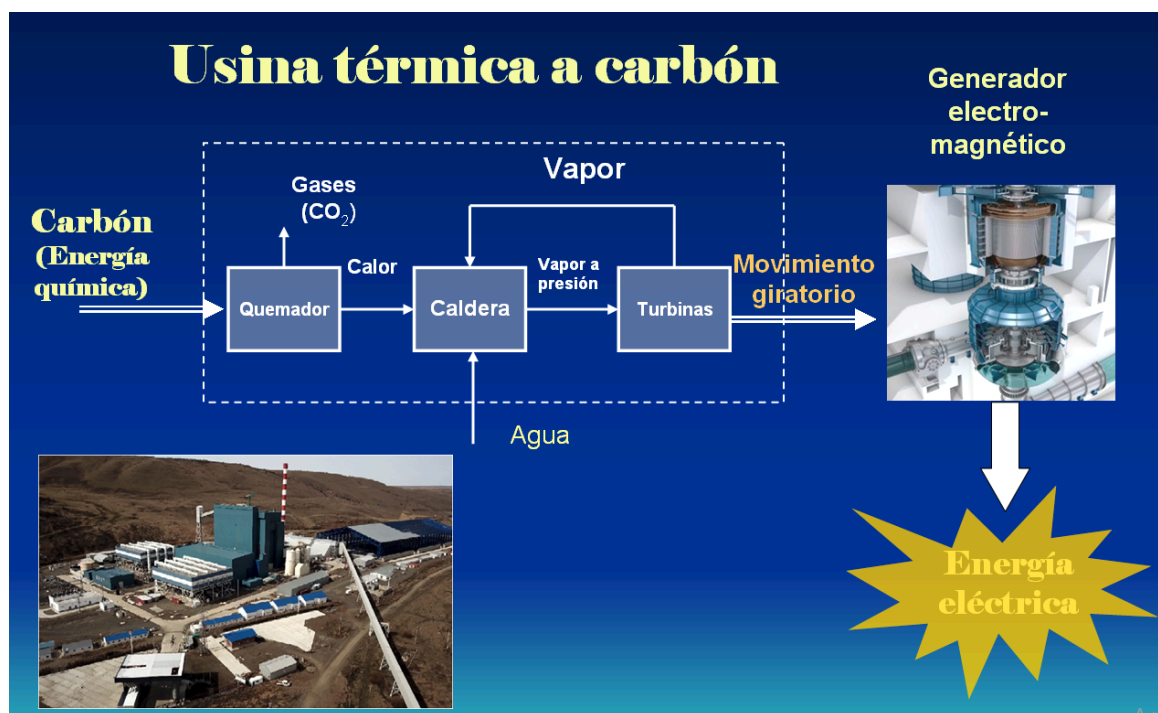
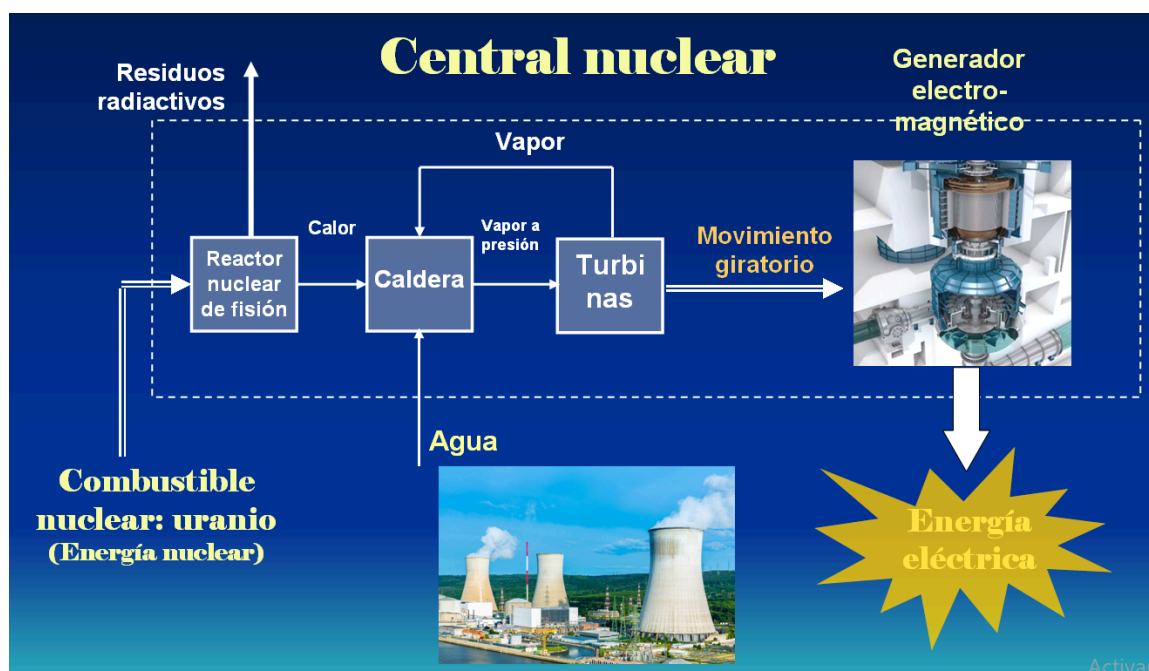
Estuvimos estudiando en una secuencia didáctica, las distintas fuentes de energía más habituales que se usan para obtener energía eléctrica y las transformaciones intermedias necesarias para obtenerla. Todas ellas terminan en la generación de un movimiento giratorio que mueve un generador.

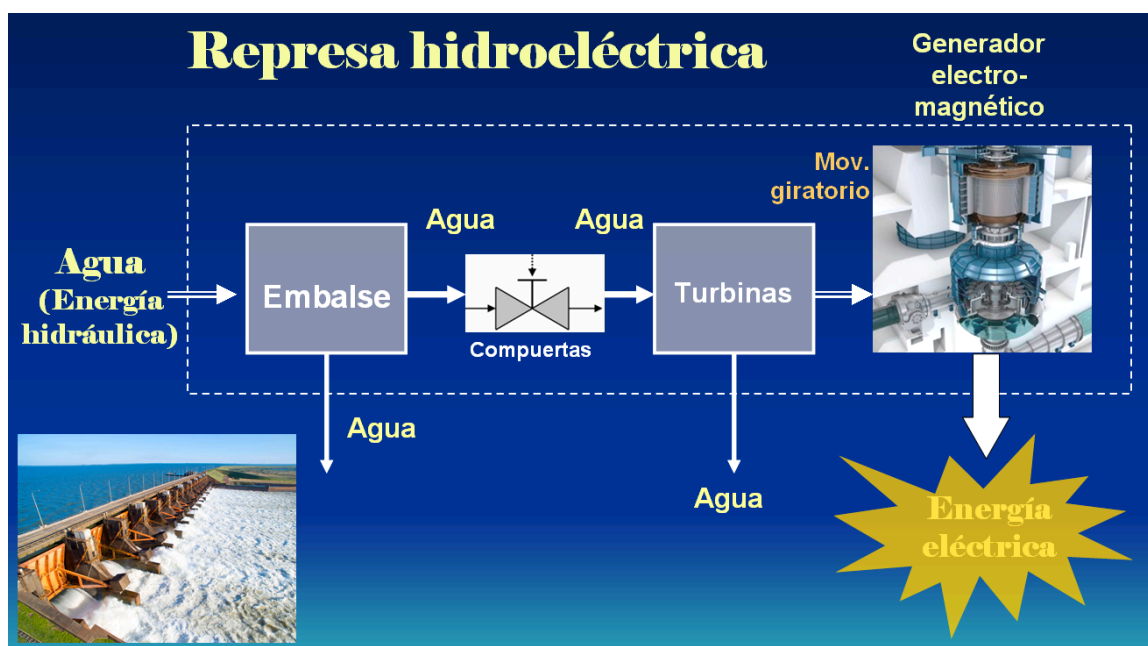
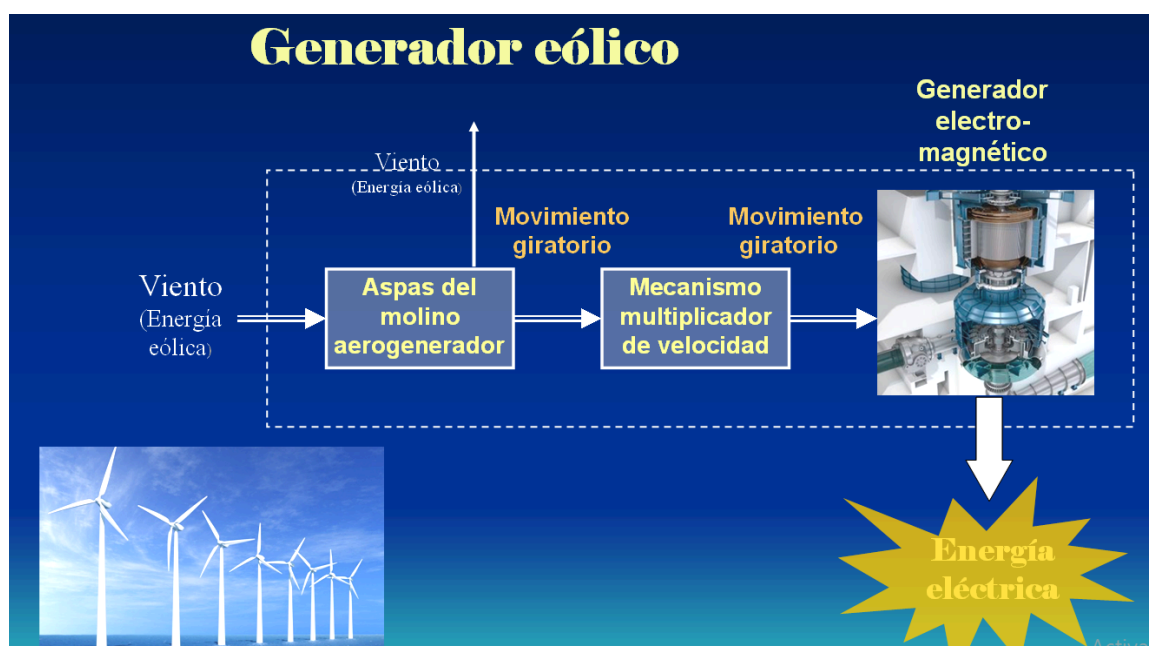


Consigna: Partiendo de este diagrama genérico, a modo de repaso y refuerzo de los conceptos vistos, dividimos a la división en grupos de 3 o 4. A cada uno se le entrega en un folio un set de bloques funcionales a modo de cartas (con sus respectivas flechas de flujo ya incluidos) correspondientes exactamente a la totalidad necesaria para los 5 sistemas vistos y tienen que armar cada uno de ellos correctamente. Luego se hace una puesta en común analizando cada uno de ellos para evaluar si están contruidos correctamente.

Abajo se presenta cada uno construido correctamente.

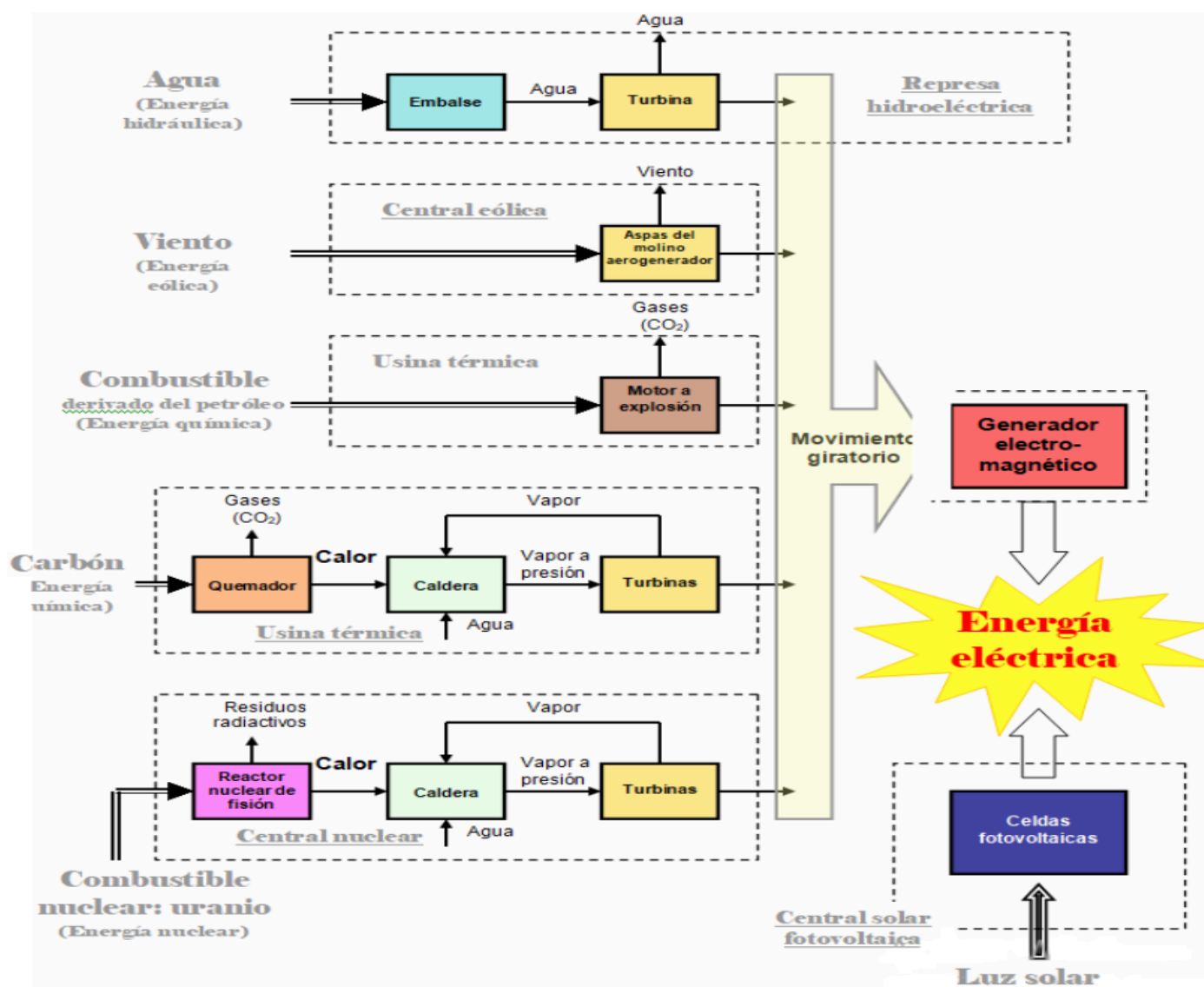






En el siguiente esquema se ven en forma conjunta los 5 métodos de obtención de energía eléctrica, donde se puede apreciar, gracias al diagrama de bloques, cómo todos estos sistemas derivan en la generación de movimiento giratorio para el generador

electromagnético, a excepción de la central solar fotovoltaica (que no se desarrolló en este caso), cuya conversión es directa, de luz a electricidad, pero que aparece justamente para contrastar que es otro paradigma de conversión.

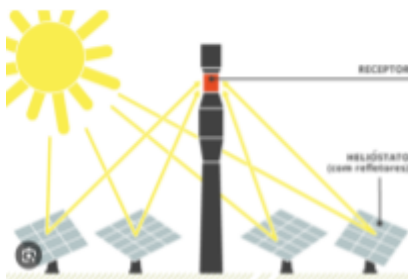


5 - "Construimos" entre todxs una central heliostática. (7mo. en adelante)

Analizamos esta infografía simplificada para entender el principio de funcionamiento del sistema de generación de energía eléctrica mediante espejos heliostáticos y leemos abajo las operaciones que componen el proceso. Este sistema no figura entre los 5 anteriormente estudiados.

Proceso del funcionamiento que utiliza la energía del sol para generar electricidad:

Mediante numerosos espejos (helióstatos), diseñados para seguir el movimiento del sol a lo largo del día, se refleja la luz solar sobre un receptor ubicado en la parte superior de una torre central donde se concentra y se convierte en energía térmica a altas temperaturas.



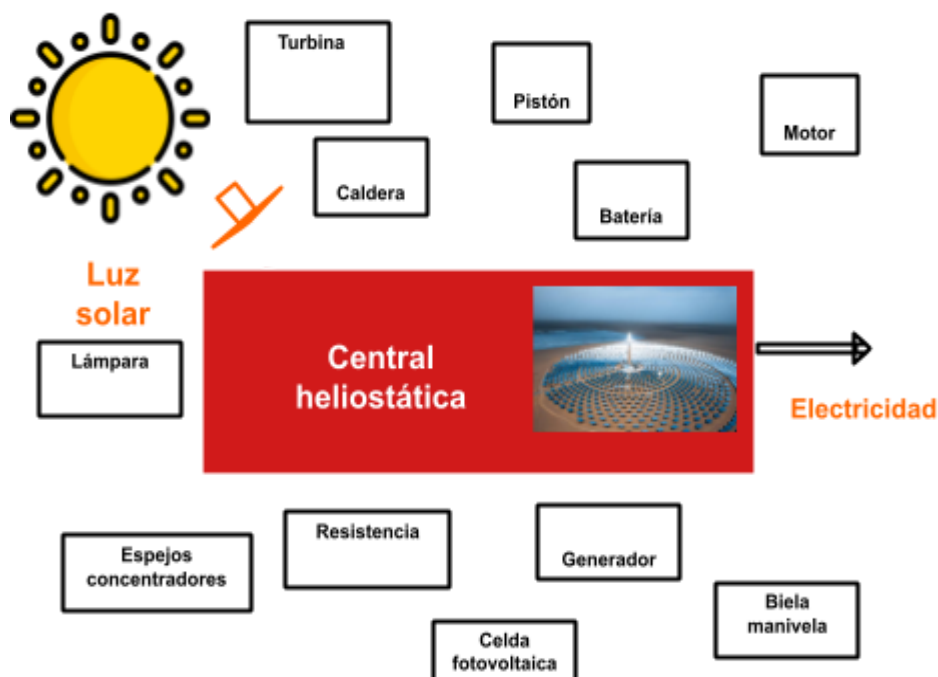
El calor absorbido por el receptor se utiliza para calentar un fluido (generalmente agua) que circula a través de él. Al calentarse se convierte en vapor a presión que se dirige hacia una turbina (hélices) que la hace girar, la cual a su vez está conectada a un generador eléctrico. Este proceso convierte esta energía mecánica en energía eléctrica.

Después de pasar por la turbina, el vapor se enfría en un condensador, donde se convierte nuevamente en líquido que vuelve a calentarse, completando así el ciclo.

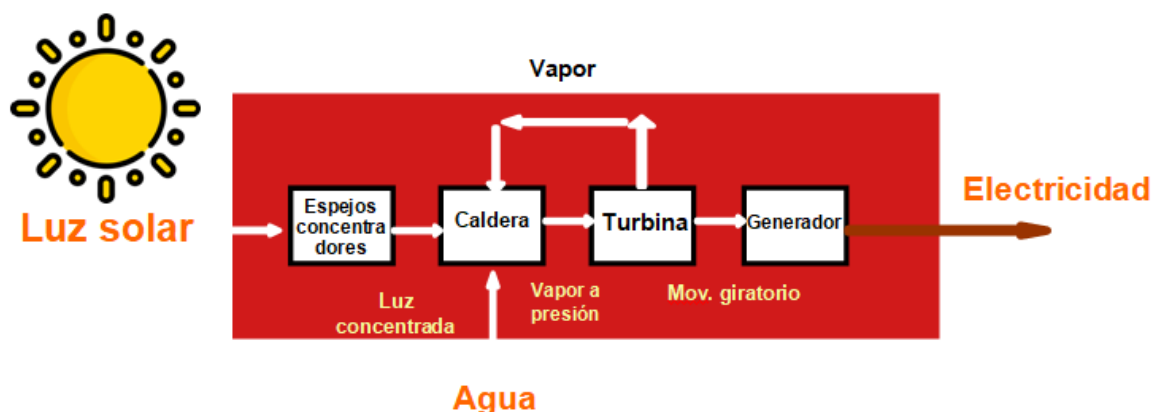
Las centrales heliostáticas son una forma eficiente de aprovechar la energía solar, especialmente en regiones con alta radiación solar, y pueden proporcionar energía de manera continua, incluso cuando el sol no brilla, mediante sistemas de almacenamiento térmico como ser sal fundida a altas temperaturas.

Consigna: *divididos en grupitos de 2 ó 3, elegir de los siguientes bloquecitos, cuáles son pertinentes a las funciones necesarias para materializar este proceso (descartando los que no).*

Luego, agregarles los flujos de entrada y salida correspondientes y después, unirlos coherentemente para lograr construir conceptualmente el sistema completo desde que entra la luz solar hasta que sale la energía eléctrica, (teniendo en cuenta que, el flujo que sale de un bloquecito tiene que ser el mismo que entra al siguiente). Luego hacemos una puesta en común de las propuestas de cada grupito.



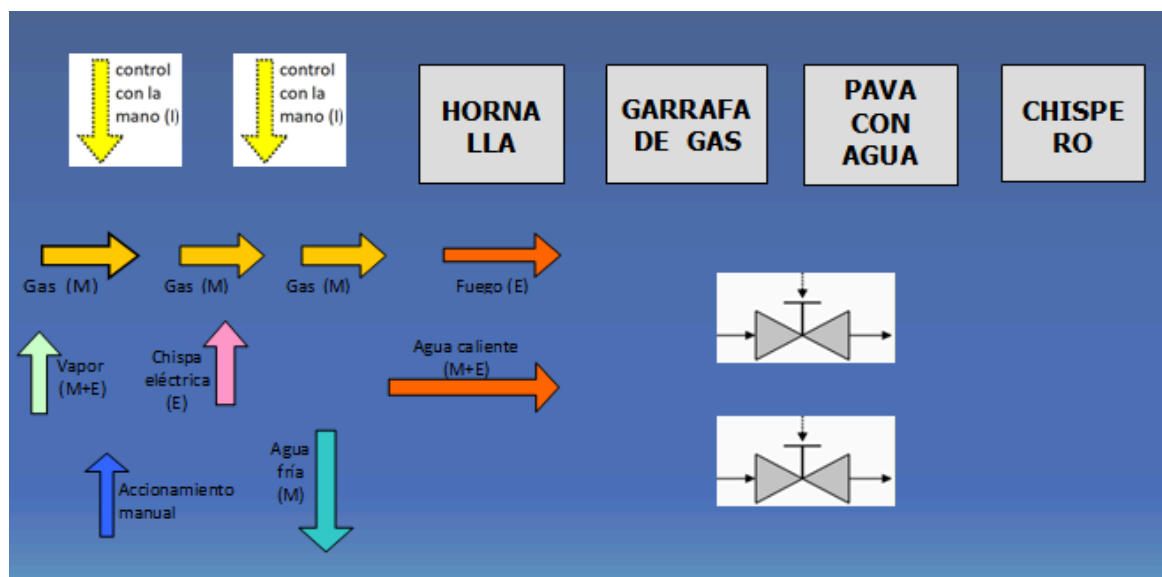
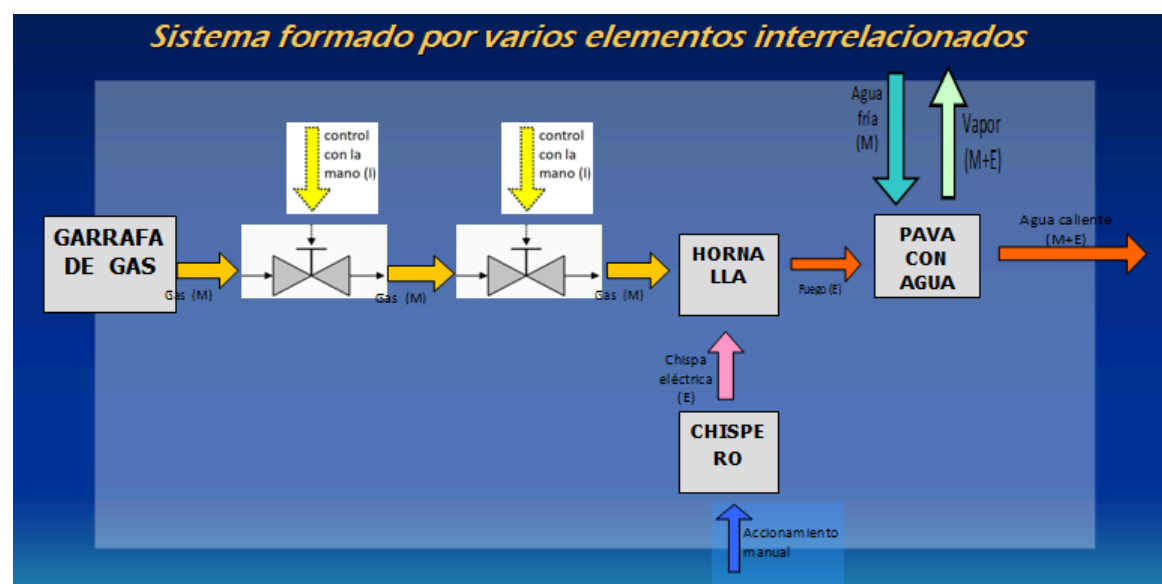
Este es el diagrama correctamente construido:



6 - Esquematizamos un sistema formado por varios elementos interrelacionados

Consigna: trabajando en grupos, ordenar coherentemente los diferentes elementos, flujos y válvulas sueltos para representar el siguiente sistema con sus entradas y salidas:

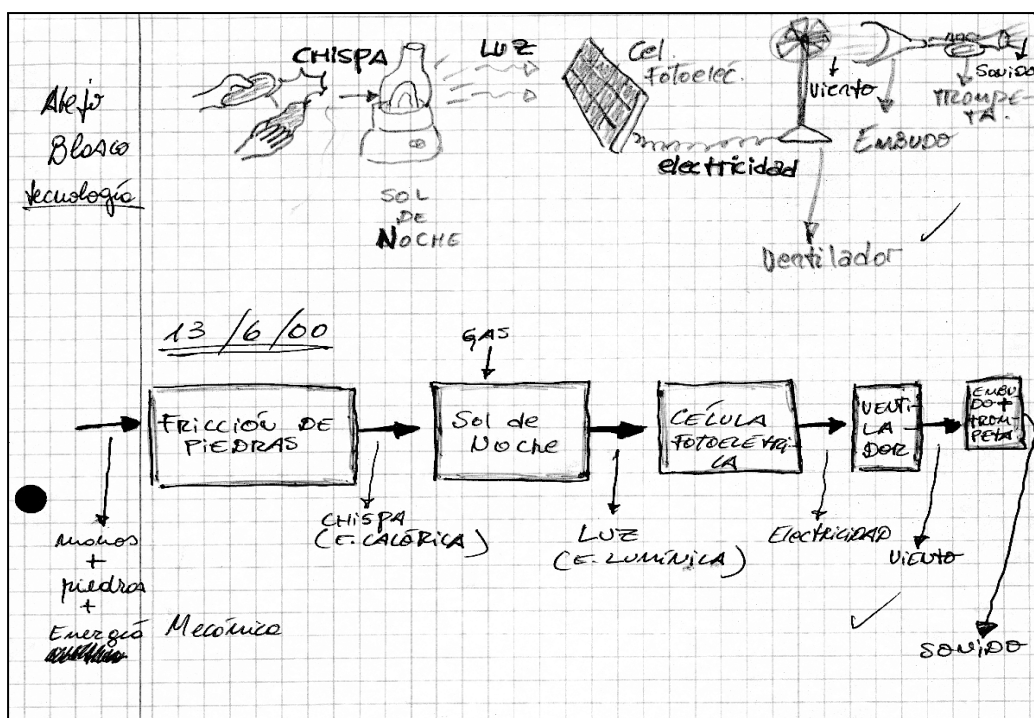




Nivel Superior y Capacitación

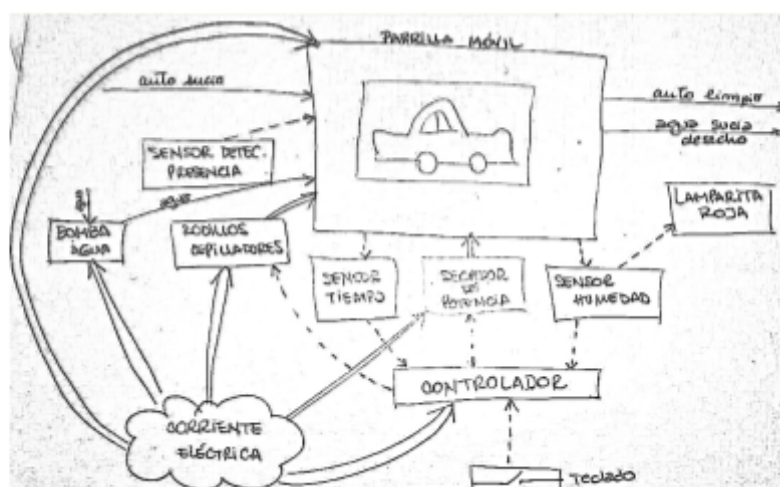
7. – Consigna: *Uniando cinco bloques en forma consecutiva, inventar libremente un sistema (artefacto o proceso), que tenga una finalidad lógica (no necesariamente real), donde, lo que sale de un bloque sea lo mismo que entra al siguiente, pudiendo agregar al sistema otras entradas intermedias u obviarlas.*

Sistema muy creativo “inventado” por uno de los alumnos, donde entra una chispa y sale un sonido:



8. - Consigna: Realizar el diagrama de bloques funcionales de un lavadero de autos automático, con los flujos correspondientes de M, E, I representando los sensores, los actuadores, (secador de potencia, bomba de agua a presión, cepilladores, lámpara, parrilla), el auto y el controlador (caja negra) que recibe la señal de los sensores, y controla a los actuadores, el cual se programa mediante un teclado e incluye a las funciones de temporización.

Tené en cuenta que el controlador envía una señal de muy baja potencia y voltaje entonces tiene que activar relés que toman la corriente de red para activar los actuadores.

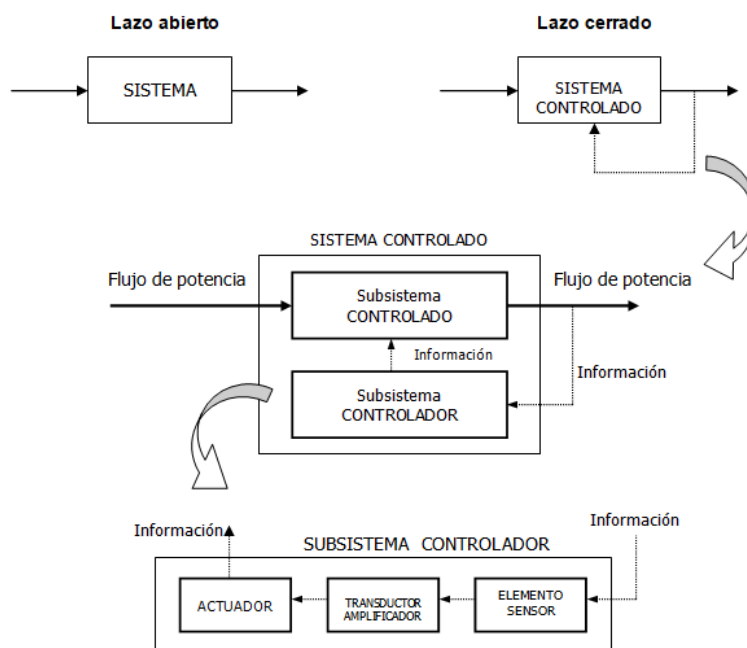
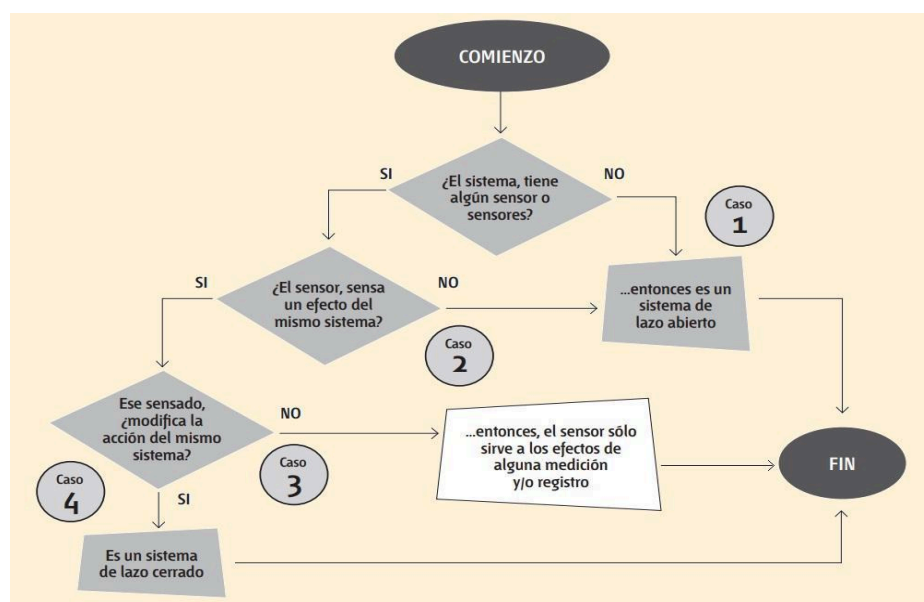


9. - El control: Sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado

Brevemente, nos referimos a un sistema de **lazo abierto**, cuando no hay una **realimentación** de información de alguna variable generada o modificada por ese mismo sistema mediante algún **sensor**, que vuelva al sistema para modificarlo. Es el caso por ejemplo, de un circuito eléctrico simple de acción manual sobre algún interruptor, o el caso del accionamiento de puertas automáticas por un sensor de movimiento, el encendido de luces por acción de algún temporizador, etc.

O sea, no hay modificación en el programa de acción del sistema, es siempre el mismo. A diferencia de los de **lazo cerrado**, como ser por ejemplo una plancha eléctrica con termostato, un aire acondicionado, una heladera, un robotito móvil que sigue una línea, etc., donde algún sensor sensa y controla por realimentación, la variable principal que es producida por ese mismo sistema.

Para poder despejar cualquier duda respecto de si es un sistema de “**lazo abierto**” o “**lazo cerrado**” se presenta abajo un útil diagrama de flujo con los 4 casos de sistemas, dónde sólo el último cumple con las 3

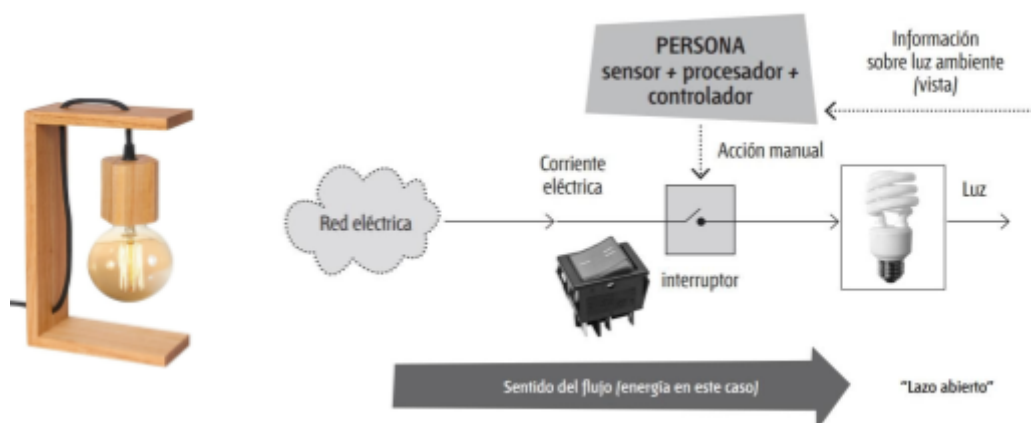


condiciones necesarias para determinar si estamos en presencia de un **lazo cerrado**, que

es el de tener algún sensor, que el mismo sense un efecto del sistema y que a su vez lo modifique. Luego, cada uno de los 4 casos representados por sus respectivos diagrama de bloques funcionales.

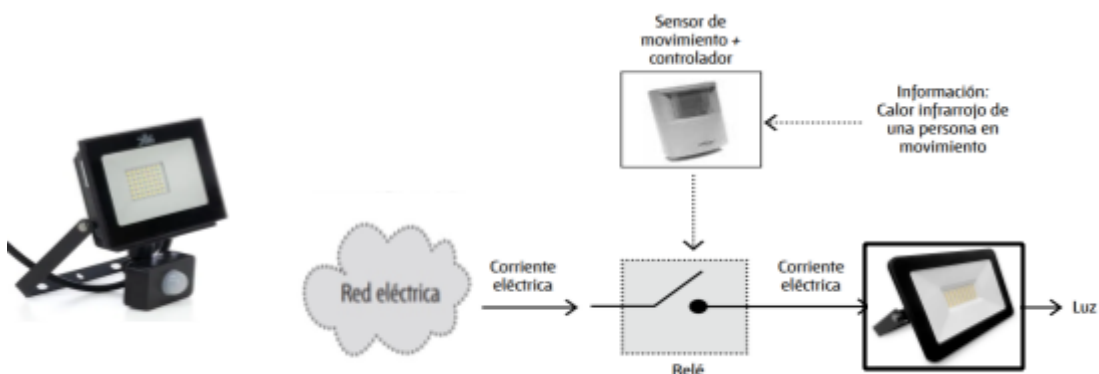
CASO 1: lazo abierto

Circuito simple de iluminación



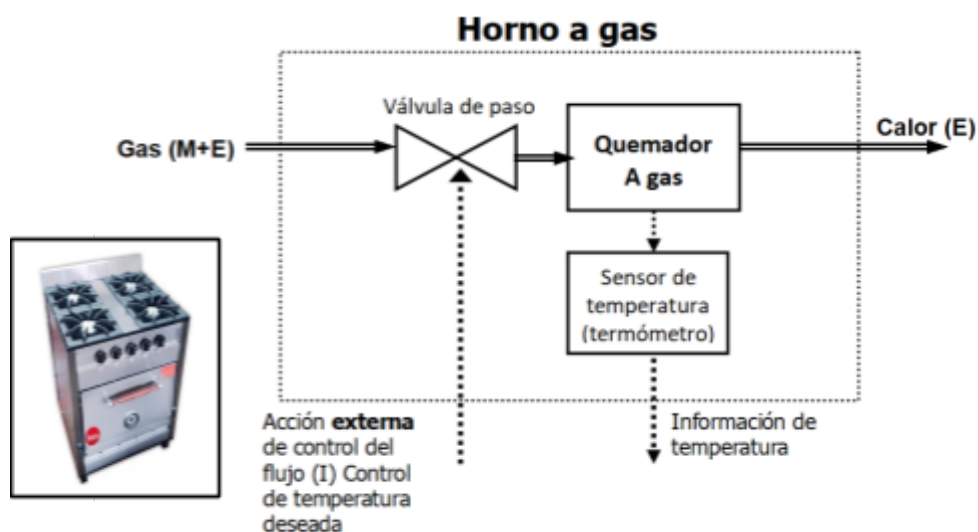
CASO 2: lazo abierto

Reflector con sensor de movimiento



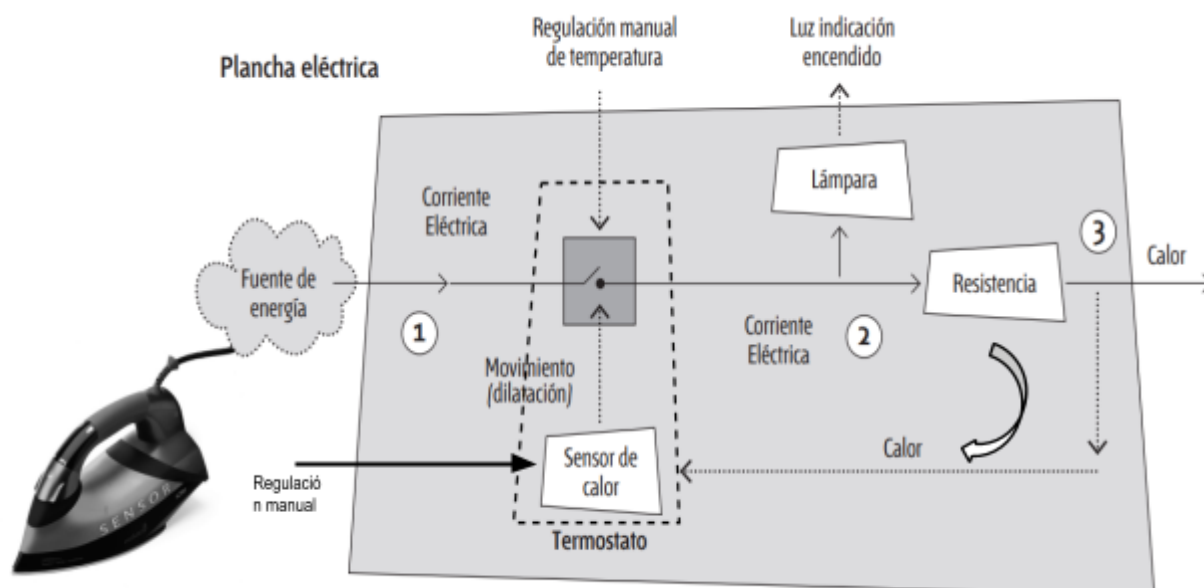
CASO 3: lazo abierto

Horno a gas con indicador de temperatura



CASO 4: lazo cerrado

Plancha hogareña con control por termostato



Bibliografía

- Barón, M. (2004). *Enseñar y aprender tecnología*. Novedades Educativas.
- Barón, M. (2009). “*Hacé Click*”, *Tecnología 1*. Comunicarte.
- Barón, M. (2010). “*Hacé Click*”, *Tecnología 2*. Comunicarte.
- Barón, M. (2014a). “*Hacé Click*”, *Tecnología 3*. Comunicarte.
- Barón, M. (2014b). Trabajando con las energías alternativas en el aula. *Tekné*, (7).
- Buch, T. (1996). *El tecnoscopio*. Aique.
- Buch, T. (1999). *Sistemas tecnológicos*. Aique.
- De Rosnay, J. (1975). *El macroscopio*. AC.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (s. f.). *Documentos de actualización y desarrollo curricular: Educación Tecnológica*. Dirección General de Planeamiento, Dirección de Currícula.
- Linietzky, C. y Serafini, G. (1998). *Tecnología para todos* (Partes 1 y 2). Plus Ultra.
- Linietzky, C., Orta Klein, S., Barón, M. y Tubaro, A. (2010). *Educación tecnológica, abordaje didáctico en el nivel secundario*. CePA.
- Marín, A., et al. (1992). *Tecnología 3: Operadores electrónicos y de control*. McGraw-Hill.
- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica: Construyendo nociones y conceptos*. <https://carlosmarpegan.com/>
- Ministerio de Educación. (2000). *Propuestas para el aula: Material para docentes. Tecnología EGB 1*. <http://www.me.gov.ar/curriform/tecno.html>
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2004a). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de 1.º/2.º y 2.º/3.º año*. Consejo Federal de Educación.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2004b). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de 7.º año*. Consejo Federal de Educación.
- Petrosino, J., Cwi, M. y Orta Klein, S. (2007). *Tecnología, cuadernos para el aula*. Ministerio de Educación de la Nación.
- Von Bertalanffy, L. (1968). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.

4.15. IDEAS PARA ENSEÑAR CON TECNOLOGÍAS EN EL NIVEL INICIAL

Proyecto de Intervención/ Innovación: “Recuperando el sentido de la enseñanza de la Educación Tecnológica, Educación Digital, Programación y Robótica en el Jardín María Montessori de la ciudad Capital de La Rioja”

Irma Beatriz Silva Molina⁵²

Resumen:

Este artículo describe un Proyecto de Intervención/ Innovación implementado en el Jardín de Infantes N°2 María Montessori de la ciudad Capital de La Rioja. Dicho proyecto tiene por finalidad recuperar las experiencias pedagógicas que desarrollan las docentes de sala de 5 años, acompañándolas a actualizar sus marcos epistemológicos, conceptuales, metodológicos y didácticos en función de las nuevas tendencias en educación y de los nuevos recursos tecnológicos con que cuenta la institución, permitiéndoles potenciar las performances e intervenciones pedagógicas didácticas en el nivel inicial en el marco de metodologías activas, de prácticas que favorecen el trabajo colaborativo y en equipo, el desarrollo de capacidades digitales, el pensamiento crítico y creativo, la negociación. Se busca empoderar a las docentes a partir de la comprensión de la especificidad de cada campo de conocimiento: Educación Tecnológica, Educación Digital, Pensamiento Computacional, Programación, Robótica e IA para formular experiencias de aprendizaje enriquecidas con tecnologías acordes al nivel de desarrollo de niños/as. Se trabaja desde el concepto de multialfabetización, de educación abierta innovadora

Palabras claves: Educación Tecnológica, Educación Digital, Programación, Robótica e IA.

Introducción

⁵² Irma Beatriz Silva Molina: Doctora en Educación. Maestranda en Gestión y Asesoramiento Pedagógico de Organizaciones Educativas. Magister en Psicología Cognitiva y Aprendizaje. Licenciada en Ciencias de la Educación. Profesora en Psicología y Ciencias de la Educación del Profesorado Superior Domingo Faustino Sarmiento (San Juan). Ex-Rectora Rectora del instituto Superior de Formación Docente “Albino Sánchez Barros”. Actualmente trabaja como perfil pedagógico en la Dirección de Educación Técnico Profesional. Mail: isilva@educ.ar

Ramírez Montoya (2022)⁵³ Señala que el objetivo de la innovación educativa es generar un producto, un servicio o una solución que implique integrar una novedad en una realidad existente, modificando su ser y su operar, de modo que sus efectos resulten mejorados. La innovación, en consecuencia, puede promover:

- ✓ un **nuevo proceso** (organización, método, estrategia didáctica, desarrollo, procedimiento, formación y técnica).
- ✓ un **nuevo producto** (tecnología, artículo, instrumento, material, dispositivo, aplicación, fabricación, resultado, objeto y prototipo).
- ✓ un **nuevo servicio** (atención, prestación, asistencia, acción, función, dependencia y beneficio).
- ✓ un **nuevo conocimiento** (transformación, impacto, evolución, cognición, disensión, conocimiento, talento, patente, modelo y sistemas).

Entonces, este Proyecto de Intervención constituye una verdadera propuesta de innovación ya que permite introducir las tecnologías en la experiencia formativa de los pequeños. Implica un nuevo proceso pedagógico, que apunta a modificar las estrategias didácticas de las señas, redefinir y fortalecer la labor docente, pensar la educación preescolar en clave tecnológica, generando un conocimiento más cercano a la realidad cultural de ellos introduciéndolos al mundo digital.

Este Proyecto de Intervención desarrollado en el Jardín María Montessori puede concebirse como un recurso innovador ya que permite formular un recurso educativo abierto (REA) donde se plasman cuestiones epistemológicas, pedagógicas, didácticas y tecnológicas de la Educación Tecnológica, de la Educación Digital, de la Programación, de la Robótica e IA.

La inclusión de las Pedagogías y Tecnologías Emergentes permiten reconfigurar las condiciones de aprendizaje y suponen nuevas formas de aprender y enseñar en el Nivel inicial.

Situación Problemática que dio origen al Proyecto de Intervención

⁵³ Ramírez Montoya, M. S. (2022). Estrategias para ambientes de aprendizaje: innovación e investigación. Síntesis. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Si bien el Jardín María Montessori cuenta con equipamiento tecnológico y digital desde el año 2015 y recibió algunas capacitaciones desde la Unidad Provincial de TIC (UPTIC), sin embargo, es preocupación del equipo directivo, que las docentes puedan utilizar las TIC en el diseño de sus secuencias didácticas y que puedan actualizar sus conocimientos disciplinares, pedagógicos, didácticos y tecnológicos. Además, que puedan ofrecer nuevas experiencias de aprendizaje para los niño/as del jardín pensando cómo incorporarlos en la cultura tecnológica digital.

Por ello, se planteó la siguiente situación problemática

¿Cómo recuperar el sentido de la enseñanza de la Educación Tecnológica, Educación Digital, Programación y Robótica en el Jardín María Montessori, aplicando los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios y la IA, para hacer un uso genuino y eficaz de los recursos del aula digital móvil (ADM) desde un modelo constructivista, socioconstructivista, construccionista y STEAM?

Las preguntas que se plantearon al problema son:

- ❖ *¿Conocen las señas cuál es el verdadero sentido de la enseñanza de la Educación Tecnológica en la educación obligatoria?*
- ❖ *¿Cómo incluir en el Nivel Inicial los contenidos tecnológicos?*
- ❖ *¿Cuál es el enfoque socio técnico?*
- ❖ *¿Qué es la Educación Digital y cómo se aborda en el Nivel Inicial?*
- ❖ *¿Tienen en cuenta las señas en la formulación de sus proyectos didácticos los NAP de Educación Tecnológica y los NAP de Educación Digital, Programación y Robótica?*
- ❖ *¿Qué es el Enfoque STEAM y cómo se trabaja en Educación Inicial?*
- ❖ *¿Es posible trabajar con los niño/as de preescolar con IA?*
- ❖ *¿Cómo trabajar en la formulación de sus propuestas didácticas de Educación Inicial con IA?*

Hipótesis:

- ❖ La Educación Tecnológica incluye todas las Tecnologías no sólo las computacionales.

- ❖ Desde la sala de 5 años se puede trabajar con el Enfoque STEAM.
- ❖ En el Nivel Inicial es posible trabajar con Pedagogías y Tecnologías Emergentes.
- ❖ Los niños de preescolar pueden interactuar con Robótica, Programación e IA para el desarrollo del pensamiento computacional.

Objetivo general del Proyecto de Intervención/Innovación

- Repensar el Nivel Inicial en clave tecnológica actualizando la propuesta formativa y organizacional en y para el Siglo XXI, con el objeto de transformar los aprendizajes en la sala e incluir al Jardín María Montessori en la cultura digital.

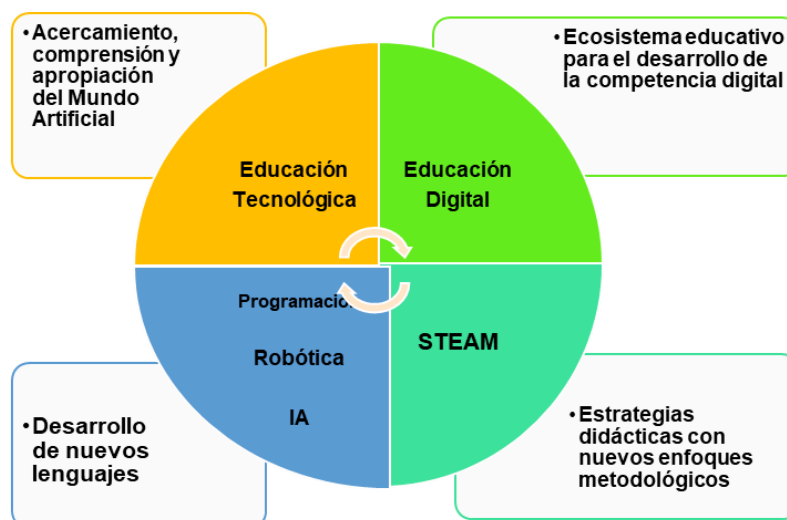
Objetivos Específicos

- Rediseñar las propuestas formativas a partir de la clarificación de los campos de conocimientos: Educación Tecnológica, Educación Digital, Programación, Robótica e IA trabajando desde los modelos pedagógicos constructivistas, construccionistas, el enfoque STEAM y, otras Pedagogías y Tecnologías Emergentes.
- Actualizar la formulación de las Secuencias Didácticas en función de los NAP de Educación Tecnológica (Res. C.F.E N°135/11) y NAP Educación Digital, Programación y Robótica (Res. C.F.E N°343/ 18).
- Potenciar con tecnologías las propuestas pedagógicas del Nivel Inicial para enriquecer las experiencias de aprendizaje de los niños y niñas ofreciéndoles nuevas oportunidades para reconocer y construir la realidad.
- Favorecer en las docentes un uso genuino y con sentido, de los recursos tecnológicos y digitales con que cuenta el Jardín Montessori, propiciando su utilización de manera eficaz, correcta y adecuada para promover mejores y más potentes aprendizajes.
- Contribuir a la planificación de propuestas pedagógicas interdisciplinarias (STEAM) para el jardín de infantes mediante la presentación de ideas y sugerencias para trabajar en la sala, plasmadas en un recurso educativo abierto (REA).

La Figura 1 ilustra cuál es la finalidad del Proyecto de Intervención que se decidió desarrollar en el Jardín María Montessori estableciendo cuatro categorías de análisis que

se abordaron de manera teórica y con connotaciones didácticas, y que constituyen los pilares del recurso educativo abierto (REA).

Figura 1 *Finalidad del Proyecto de Intervención*

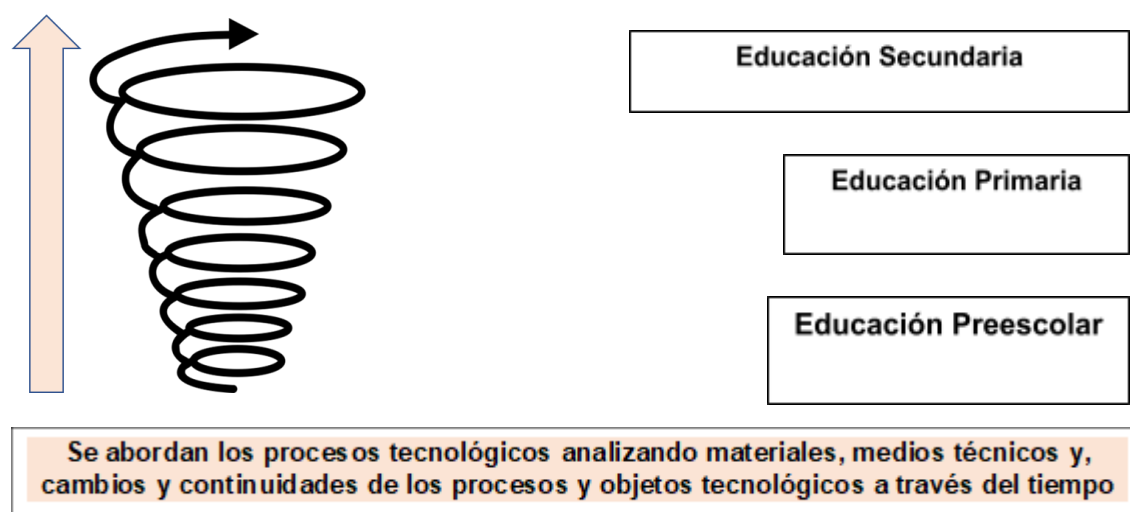


En un primer momento se estableció que trabajar con tecnologías en el Nivel Inicial es mucho más que contar con dispositivos tecnológicos y digitales, es aproximar a los pequeño/as al conocimiento y comprensión del mundo artificial, finalidad que se logra a través de la Educación Tecnológica; es iniciarlos en el desarrollo de una nueva cultura tecnológica más sabia y humanitaria. Marpegán (2020)⁵⁴ indica que la Educación Tecnológica es una disciplina que apunta a la formación cultural de ciudadanos plenos y críticos para poder comprender e interactuar con el mundo artificial, persigue la alfabetización tecnológica y la comprensión profunda de los procesos técnicos. La Educación Tecnológica es formación de tipo general, es alfabetización tecnológica, que incluye la inteligencia simbólica de los objetos y procesos técnicos. Según este especialista, la iniciación tecnológica temprana puede tener un impacto sustantivo en el aprendizaje y en el desarrollo cognitivo posterior de los sujetos, de ahí la importancia de comenzar este acercamiento sistemático e intencional al conocimiento de ideas básicas vinculadas con la tecnología desde la educación preescolar. A lo largo de la escolaridad obligatoria dichas ideas se irán profundizando y complejizando en forma espiralada facilitando la construcción del conocimiento tecnológico, tal como lo propone Jerone Bruner, y que se muestran en la Figura 2.

⁵⁴ Marpegán, C. (2020). Tecnología y Educación. Aquí, allá y más allá. Córdoba: Editorial Brujas.

Figura 2

Análisis de los procesos tecnológicos a lo largo de la escolaridad.



Nota. Este gráfico expresa las ideas básicas de la Educación Tecnológica que se abordan desde el Nivel Inicial al 2º año del Ciclo Básico de la Educación Secundaria, formulada por Silva Molina.

A través de la Educación Tecnológica se pretende que el sujeto que transita por el jardín de Infantes y la escuela logre una comprensión progresiva de la tecnología y de sus vínculos con la sociedad y la naturaleza.

Las propuestas de enseñanza de la Educación Tecnológica del jardín de infantes están basadas en el estudio de los procesos tecnológicos (sobre la materia, la energía y la información) y los medios técnicos que los hacen posibles desde una mirada situada. Esto supone el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas prácticos y de habilidades técnicas instrumentales acordes a las capacidades de los niño/as, junto con una profunda mirada humanista y crítica a partir de indagar cómo la tecnificación modifica los procesos técnicos de trabajo, la vida cotidiana y la construcción de subjetividades.

Se reflexiona sobre el sentido de la inclusión de la Educación Tecnológica en el Nivel Inicial y los diversos enfoques de enseñanza de este campo de conocimiento, en particular, se profundiza el enfoque socio técnico. Se hace hincapié en los Contenidos Actitudinales que hay que desarrollar desde el Nivel Inicial y de manera progresiva, para promover en los niños la construcción de capacidades para la toma de decisiones, de posiciones, de valores, de juicio crítico, de hábitos y de actitudes frente al accionar tecnológico. Es necesario favorecer una actitud tecnológica que consiste en una actitud

responsable frente al ambiente, a las personas; implica actuar con criterios anticipatorios y asumir la responsabilidad frente a los otros.

En el Nivel Inicial se propone iniciar a los niños en:

- ❖ La participación activa en el planteo y resolución de problemas socio-técnicos.
- ❖ Uso de vocabulario preciso.
- ❖ Reconocimiento y aceptación de distintos roles.
- ❖ Iniciación en la organización del trabajo grupal.
- ❖ Disposición favorable para trabajar con otros.
- ❖ Comportamiento adecuado y responsable frente a los objetos personales y colectivos (tablets, notebook, proyector, Robotita, plantillas didácticas).
- ❖ Disposición favorable para fundamentar el punto de vista propio.
- ❖ Aceptación y respeto por las opiniones ajenas.
- ❖ Respeto por las normas de higiene y seguridad.

De esta manera, se trabaja desde la educación preescolar la importancia y especificidad de la disciplina Educación Tecnológica ayudando a comprender a las docentes su naturaleza epistemológica y didáctica para promover un verdadero y genuino acercamiento al mundo artificial.

La Educación Tecnológica, entonces, es un campo de conocimiento más amplio que abarca todos los objetos y procesos tecnológicos, que persigue en la educación preescolar iniciar a los niño/as en conocer cómo funciona el mundo artificial, cómo fue evolucionando, y además les permite a partir de la presentación de problemas socio técnicos simples desarrollar la capacidad de plantear soluciones creativas acordes a sus capacidades. Marpegán (2020) advierte que las llamadas “*nuevas tecnologías*” no se

agotan en las TIC, ni en la programación o en la robótica, ni en las ciencias de la computación, por más importantes que ellas sean.

La Educación Tecnológica propone humanizar la tecnología, relacionarla con el esfuerzo del hombre para satisfacer sus necesidades; ir más allá de objetos, procesos de producción y procesos de gestión, es producir condiciones morales, sociales, éticas y políticas como base de un cambio social significativo. La Educación Tecnológica ayuda a los estudiantes a tomar conciencia de los peligros que ocasionan los avances tecnológicos, sus consecuencias sobre la conservación y el cuidado del ambiente.

En un segundo momento, se trabaja con un nuevo enfoque de alfabetización, en términos de Area Moreira (2009) con el proceso de “multialfabetización” que deben atravesar tanto estudiantes como docentes, dicho proceso implica *modificar, redefinir, resignificar el concepto de alfabetización* para esta nueva sociedad digital, analizando qué significa ser ciudadano del Siglo XXI. Autores como Area Moreira, Gros y Marzal (2008) proponen “*nuevas alfabetizaciones: alfabetización audiovisual, alfabetización digital, alfabetización informacional*”.

La multialfabetización persigue progresivamente el desarrollo de la competencia digital (CD) que incluye dos dimensiones: el tratamiento de la información y la competencia informacional: saber acceder a la información, saber transformar la información en conocimiento, saber expresarse y difundir la información, y usar democrática y éticamente la información siempre desde las reales posibilidades de los pequeños.

En un tercer momento, se aborda la importancia de la Programación, la Robótica, el Pensamiento Computacional y la IA. Se hace alusión a que la Informática Educativa surge en nuestro país en la década del 80 con el lenguaje de programación Logo tomando como referencia ciertos paradigmas provenientes del Instituto Tecnológico de Massachusett (MIT). Mediante este lenguaje de la tortuguita se trataba de favorecer en los alumnos el desarrollo del pensamiento lógico formal y potenciar el aprendizaje de nociones de geometría del campo matemático. El Logo de acuerdo a Cwi (2021, p 27), “*permitiría desde edades tempranas abordar con los niños ciertas ideas y estrategias poderosas, relacionadas con el mundo computacional (la modularización, la recursividad, el uso de variables) a través de órdenes de programación orientadas a que una tortuguita se desplace*”.

Según Bers (2019) la programación informática es esencial para el Siglo XXI y las nuevas políticas educativas y marcos tienen como objetivo preparar a los estudiantes para profesiones relacionadas con la informática. Hoy en día, el desarrollo de nuevas interfaces y lenguajes de programación por bloques facilita la enseñanza de la codificación y el pensamiento computacional desde el jardín de infantes. La autora describe un enfoque pedagógico para la informática en la primera infancia llamado "Codificación como otro lenguaje" (CAL), así como seis etapas de codificación, o trayectorias de aprendizaje, por las que pasan los niños pequeños cuando se exponen al plan de estudios CAL. Dicho enfoque se basa en el principio de que aprender a programar implica aprender a usar un nuevo lenguaje (un sistema simbólico de representación) para expresar y comunicarse. Particularmente, se trabaja con ScratchJr.

La iniciación desde edades tempranas a la robótica educativa y a la programación informática puede favorecer el desarrollo del pensamiento computacional. Desde los primeros años de escolaridad se puede comenzar este acercamiento para que, como dice, Vitola (2020) los pequeños exploren y descubran los procesos sociotécnicos, las tecnologías y recursos digitales disponibles en el jardín, en su contexto y como elemento de uso cotidiano.

En una cuarta etapa, se abordan pedagogías y tecnologías emergentes, y otras metodologías para incluirse en el trabajo de la sala. La realidad virtual (RV) para niños se basa en la aplicación de recursos tecnológicos en la sala para crear imágenes y espacios simulados relacionados con el aprendizaje. La posibilidad de utilizar en el jardín de infantes realidad virtual supone una ventaja para ampliar y enriquecer la experiencia educativa. Los niños pueden aprender a través de imágenes que los transportan a otras épocas y lugares sin salir del jardín. La aplicación de esta tecnología promueve otras dinámicas que van más allá de las clases habituales.

¿Cómo implementar realidad virtual en educación preescolar?

1. Recorridos históricos y viajes al espacio. ...
2. Enseñanza de conceptos matemáticos y físicos simples. ...
3. Simulaciones. ...
4. Creatividad y expresión artística. ...

5. Aulas inmersivas y campus virtuales. ...
6. Convivencia. ...
7. Gamificación.

Trabajar realidad virtual (VR) con niños de 5 años puede ser una experiencia enriquecedora y educativa si se hace de manera adecuada y segura. Se mostraron diferentes tecnologías emergentes que pueden utilizarse en la sala:

Tabla 1

Tecnologías emergentes para el Nivel Inicial

Tecnologías Emergentes	Funcionalidad
Google Map Google Expeditions	Identificar distintos lugares
Cacoo Kidspiration Maps	hacer diagramas de bloques sencillos Para crear diagramas de manera fácil y divertida. Utiliza imágenes, palabras y números para que los niños puedan organizar sus ideas. Es una herramienta de dibujo y diagramación intuitivas
SimpleMind	Es una aplicación de mapas mentales que ayuda a los niños a organizar sus pensamientos y aprender a estructurar ideas. Permite la creación de mapas mentales de forma intuitiva, la personalización con colores, imágenes y estilos
Draw Express Diagram	Es una herramienta de dibujo de diagramas que permite a los niños crear diagramas de flujo y otros tipos de diagramas con simples gestos de dibujo.
App ScratchJr	Para la formulación de un proyecto individual o grupal en la creación de cuentos interactivos, historias.
Tux Paint	Para crear dibujos relacionados con temas específicos, como estaciones del año, animales, festividades, historias, etc. Permite

	que dibujen y pinten lo que deseen, fomentando la libre expresión y la creatividad
ABCmouse.com	Es un sitio que ofrece una amplia variedad de actividades educativas, que incluyen lectura, matemáticas, ciencia y arte
Kan Academy Kids	Es una aplicación gratuita que ofrece una amplia gama de actividades educativas en matemáticas, lectura y desarrollo socioemocional
Sago Mini World	Es una app que incluye una serie de juegos que fomentan la creatividad y la exploración. Los niños pueden construir y jugar en un mundo virtual seguro y educativo. Los niños de 2 a 5 años construyen, crean y exploran con juegos cuidadosamente diseñados que despiertan la imaginación.
Toca Boca	Es una app que ofrece una serie de aplicaciones como Toca Kitchen, Toca Hair Salon y Toca Life, que fomentan la creatividad y el juego libre. El Toca Life World permite a los niños explorar mundos virtuales abiertos, interactuar con diferentes personajes y objetos, y crear sus propias historias y aventuras.
Fiete Mundial	Esta serie de aplicaciones ofrece una variedad de juegos educativos que incluyen rompecabezas, matemáticas y habilidades de lectura. Los niños pueden viajar por todo el mundo con numerosos objetos que vuelan, automóviles y barcos
PBS Kids Games	está basada en los programas educativos de PBS, esta aplicación ofrece una variedad de juegos educativos con personajes populares como Elmo, Arthur y Daniel Tiger. Los juegos están diseñados para enseñar y reforzar conceptos básicos de matemáticas, lectura, ciencia y más, ayudando a los niños a desarrollar habilidades académicas esenciales.

	Algunos juegos se centran en el desarrollo de habilidades socioemocionales, como la empatía, la resolución de conflictos y la cooperación, utilizando personajes y situaciones familiares
Metamorphabet	Es una aplicación de aprendizaje del alfabeto con animaciones creativas y divertidas que enseñan a los niños letras y palabras. Cada letra se transforma en palabras y objetos relacionados, lo que facilita la asociación y el aprendizaje
Drawing for Kids	es una aplicación de dibujo y coloreado que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras finas y su creatividad. Es simple e intuitivo de utilizar y ofrece muchas opciones que facilitan la creación de dibujos, como lápiz y pinceles. También se pueden incorporar imágenes desde una galería, insertar textos y figuras geométricas

En el Nivel Inicial se puede comenzar a promover un uso crítico y responsable de las distintas tecnologías ofreciendo a los niños experiencias educativas transformadoras. Usar las tecnologías para brindar una mejor educación (Tarasow, 2025)⁵⁵, aportando a la calidad, a la igualdad y a la disminución de las brechas educativas.

El uso de tecnologías emergentes y de IA pueden ser herramientas poderosas no sólo para potenciar la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas sencillos en los niños, sino también, puede ayudar a las docentes a “trabajar de forma más eficiente” (González, 2025)⁵⁶ a la hora de diseñar y planificar sus propuestas didácticas. Se sugiere explorar las potencialidades de dos aplicaciones: Idea de EdutekaLab de la Universidad de ICESI Colombia y NotebookLM de Google para la formulación de sus planes de clase.

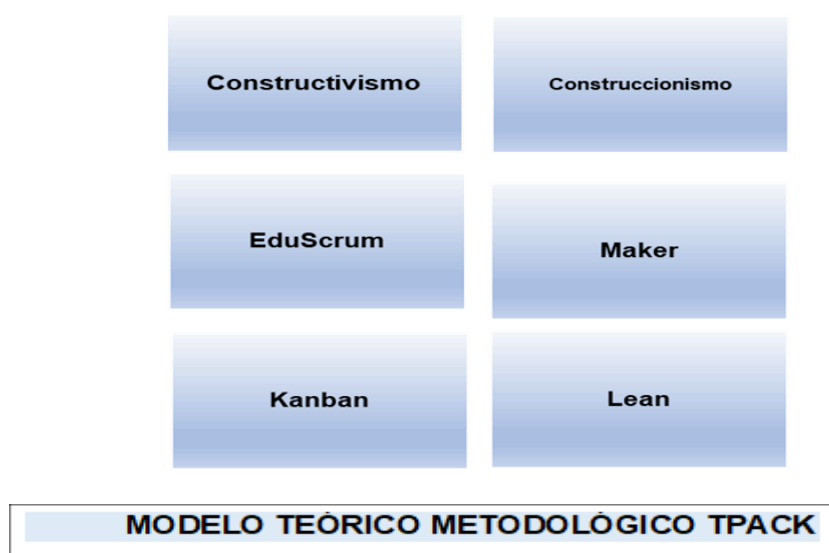
⁵⁵ Tarasow, F. (2025). "Ciudadanía Digital y el Poder de la Inteligencia Artificial" Dokuma Tech y Unesco. Disponible en: <https://www.instagram.com/p/DO1OvIODXOH/>

⁵⁶ González, F. (2025). Usos increíbles de la Inteligencia Artificial: ¡Aprende a trabajar de forma más eficiente! La Rioja: Galileo Galilei Editores Argentina S.A.

El marco teórico y metodológico de esta propuesta de intervención que se presenta en la Figura 3 se funda en el constructivismo, el construccionismo, las pedagogías y tecnologías emergentes, el enfoque pedagógico innovador STEAM (2022), la Metodología EduScrum, la Metodología Maker, Kanban, Lean y el Modelo TPACK, ideas que se trabajaron de modo teórico y práctico a través de ejemplos concretos para ser abordados en la sala. Todo ello, sin duda, obliga a las docentes a redefinir su rol en la sala, a reflexionar en sus intervenciones y a convertirse en una “señal expandida”, una mediadora simbólica que interactúa con los niños constructores activos de su aprendizaje y conocimiento.

Figura 3

Marco teórico que sustenta el Proyecto de Intervención



Nota. Este esquema presenta el marco pedagógico que sustenta el Proyecto de Intervención/ Innovación, formulación propia.

Conclusiones

Por medio de la Educación Tecnológica se persigue un acercamiento gradual al conocimiento y comprensión del mundo artificial, el uso adecuado y responsable de los objetos tecnológicos. Se invita a las docentes del Jardín Montessori a hacer un cambio de paradigma frente al proceso de enseñanza aprendizaje, a imaginar una nueva educación preescolar donde las tecnologías están al servicio de generar más y mejores aprendizajes en los niños/as. La Educación Tecnológica es una disciplina que en el Nivel Inicial comprende un proceso emocional, físico e intelectual, que involucra el diseño, la

realización y la reflexión. Josi Mandón y Carlos Marpegán (2001), señalan que las competencias que promueve no sólo son la capacidad de operar con dispositivos tecnológicos y digitales, sino una forma de relacionarse con el mundo artificial, de entenderlo.

Se persigue que las docentes de preescolar diseñen propuestas pedagógicas que permitan a los pequeño/as relacionarse con las tecnologías de modo curioso, divertido y responsable, que el trabajo en la sala promueva la “*cultura maker*” transformándola en un laboratorio de ideas. Y que ellas puedan explorar diversas herramientas tecnológicas y digitales emergentes y pedagogías alternativas que pueden ser de gran utilidad para cambiar su trabajo docente en las salas.

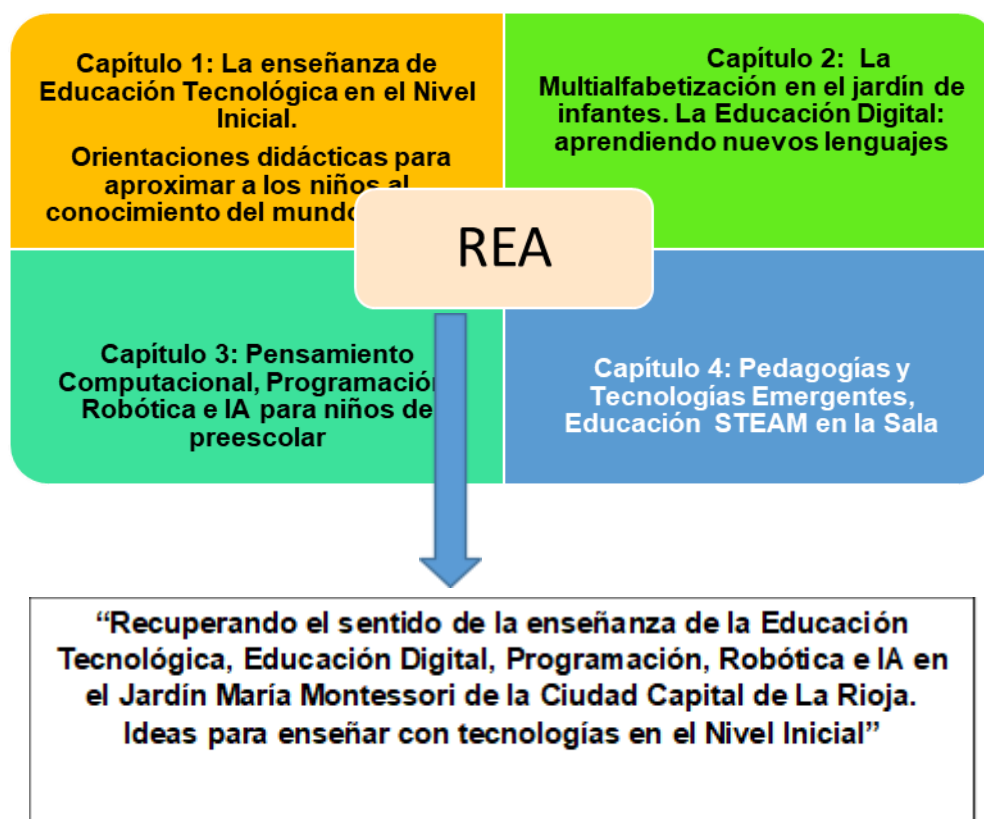
Se trata de promover un modelo educativo integral, de repensar qué tipo de habilidades estamos desarrollando en quiénes aprenden, del desarrollo de habilidades para la vida, de creación de ambientes de aprendizajes enriquecidos y especializados que acompañan al niño desde el Nivel Inicial hasta la secundaria, de construir experiencias de aprendizaje conectadas con la realidad.

Finalmente, Marpegán (2025) parafraseando a Martín Heidegger dice “lo verdaderamente inquietante no es que el mundo se tecnifique, mucho más inquietante es que el ser humano no esté preparado para esa transformación”, por lo tanto, el Jardín Montessori debe promover una nueva cultura de aprendizaje atravesada por las tecnologías digitales y la IA.

El resultado final de este Proyecto de Intervención/ Innovación es la construcción de un recurso educativo abierto (REA) titulado “Recuperando el sentido de la enseñanza de la Educación Tecnológica, Educación Digital, Programación y Robótica en el Jardín María Montessori de la Ciudad Capital de La Rioja. Ideas para enseñar con tecnologías en el Nivel Inicial” que estructura los contenidos en los capítulos que se presentan en la Figura 4.

Figura 4

Estructura de los capítulos que organizarán el REA.



Bibliografía

- Area Moreira, M. (2009). La competencia digital e informacional en la escuela. En Curso “Competencia Digital”. Santander: Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- Area, M., Gros, B. y Marzal, M. A. (2008). Alfabetizaciones y TIC. Síntesis.

- Bers, M. U. (2019). Coding as another language: a pedagogical approach for teaching computer science in early childhood. *Journal of Computers in Education*, 6(4), 499–528. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00147-3>
- Cwi, Mario (2021). Robótica y automatización: De los Conceptos a la didáctica. Programación, Educación Tecnológica, Interdisciplina y Pensamiento Computacional. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- González, F. (2025). Usos increíbles de la Inteligencia Artificial: ¡Aprende a trabajar de forma más eficiente! La Rioja: Galileo Galilei Editores Argentina S.A.
- Marpegán, C. (2025). Ponencia XIII Congreso de Educación Tecnológica. Córdoba: Instituto Superior del Profesorado Tecnológico.
- Leliwa, S. y Marpegán, C. (2020). Tecnología y Educación. Aquí, allá y más allá. Córdoba: Editorial Brujas.
- Marpegán, C. y Mandón, M. (2001). Tecnología en el Nivel Inicial. *Revista 0 a 5. La educación en los primeros años*. Buenos Aires: Revista Novedades Educativas, N° 32, 22-41.
- Martínez Arboleda, A. (2022). Horizontes de políticas para la educación abierta STEAM. Reflexiones críticas aplicadas a las políticas.
- Ramírez Montoya, M. S. (2022). Estrategias para ambientes de aprendizaje: innovación e investigación. Síntesis. México: Tecnológico de Monterrey.
- ScratchJr. (2017). Obtenido de <https://www.scratchjr.org>
- Tarasow, F. (2025). "Ciudadanía Digital y el Poder de la Inteligencia Artificial" Dokuma Tech y Unesco. Disponible en: <https://www.instagram.com/p/DO1OvIODXOH/>

4. 16. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA UNA DIDÁCTICA ESPECÍFICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA TECNOLOGÍA

Prof. Carlos David Monsalve⁵⁷

Resumen

La formación docente para el Nivel Primario en la provincia de Río Negro plantea un desafío particular para la Educación Tecnológica, cuya presencia curricular se encuentra integrada al área de Ciencias Naturales y explícitamente vinculada, en segundo año, al espacio *Didáctica de las Ciencias Naturales y la Tecnología*. Esta configuración ha generado, en algunos Institutos de Formación Docente, la necesidad de disputar y construir espacios de participación para garantizar la presencia de los saberes tecnológicos en la formación de futuros/as docentes. El presente artículo relata una experiencia que propone una alternativa a esta tensión curricular mediante la articulación interdisciplinaria entre Ciencias Naturales y Educación Tecnológica.

Desde el campo de las didácticas específicas, este escrito expone una ingeniería didáctica orientada a la enseñanza de las ciencias exactas y la tecnología en la escolaridad primaria. Se promueve la apropiación de artificios científicos (Tignanelli, 2012) en sintonía con la nueva filosofía de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). Para ello, se articula el aprendizaje basado en proyectos (Dewey, 1910), la enseñanza situada (Díaz Barriga, 2006) y la indagación escolar (Furman y De Podestá, 2009) mediante la integración disciplinar del enfoque STEAM (Greca et al., 2018) y los distintos niveles de indagación -estructurada, guiada, acoplada y abierta- propuestos por Toma y Greca (2016). Abordando la cognición desde el empleo de la hipótesis de integración jerárquica del conocimiento, se busca incluir en la construcción de planes de clases la acción mediada (Wertsch, 1999) y el aprendizaje social (Bandura, 1977) como ejes para la adopción de herramientas culturales, intentando construir una propuesta pedagógica de Vanguardia tal como lo describe Miriam Kap (2024).

Palabras claves: Ingeniería Didáctica. Situaciones de enseñanza. Artificios científicos. Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. Enseñanza Situada. Modelo de Indagación. Integración Jerárquica. Acción Mediada. Metodología STEAM.

Introducción

⁵⁷ Prof. Titular de Educación Tecnológica. Área Ciencias Naturales y Tecnología. Profesorado en Educación Primaria. Instituto de Formación Docente de Luis Beltrán. Río Negro. Argentina.

“Comenio consideraba la naturaleza como expresión de la Divinidad, y su método - o artificio universal - se fundamentó en el orden de esta, efectuando las siguientes recomendaciones para la enseñanza: Haya un solo y mismo método para enseñar las ciencias: uno solo y el mismo para todas las artes; y uno solo e idéntico para todas las lenguas”

Araujo, S. (2014:24)

La formación docente para el Nivel Primario en la provincia de Río Negro presenta un particular desafío para la enseñanza de la Educación Tecnológica. En el marco del Diseño Curricular del Profesorado de Educación Primaria, este campo de conocimiento ha quedado subsumido en una orientación centrada en las Ciencias Naturales, de modo que el espacio curricular de segundo año —denominado *Didáctica de las Ciencias Naturales y la Tecnología*— constituye el ámbito en el que la tecnología aparece explícitamente integrada al área. Esta configuración curricular plantea una tensión que trasciende la denominación de los espacios: mientras las Ciencias Naturales cuentan con una presencia sostenida en la estructura formativa, la Educación Tecnológica debe disputar su participación efectiva en otros espacios curriculares del área para garantizar que sus saberes, modos de conocer y formas particulares de intervención sobre el mundo artificial sean reconocidos en la formación de futuros/as docentes.

En distintos Institutos de Formación Docente de la provincia, esta situación ha requerido construir alternativas pedagógicas y curriculares que permitan ampliar la presencia de la Educación Tecnológica y, al mismo tiempo, superar una concepción de la tecnología reducida a la utilización instrumental de artefactos o recursos. Una de las respuestas posibles a este entramado curricular es la experiencia que se presenta en este artículo: una propuesta de articulación entre las Ciencias Naturales y la Educación Tecnológica que busca construir un campo de trabajo interdisciplinar desde el cual ambas áreas puedan contribuir, con sus especificidades, al desarrollo del pensamiento científico y tecnológico escolar.

La propuesta se desarrolla en el marco de la formación docente inicial y recupera el trabajo realizado con estudiantes del Profesorado de Educación Primaria durante los

ciclos lectivos 2024, 2025 y 2026. Su propósito es fundamentar y poner en acción una ingeniería didáctica orientada al diseño de situaciones de enseñanza que articulen saberes de las ciencias naturales y la tecnología, reconociendo la complejidad propia de estos campos y la necesidad de formar docentes capaces de diseñar propuestas situadas, interdisciplinarias y significativas. En este sentido, la experiencia parte de una decisión pedagógica central: no se trata de incorporar la tecnología como un agregado a la enseñanza de las ciencias naturales, sino de construir situaciones en las que los modos de pensar, conocer, diseñar y resolver problemas propios de ambos campos puedan entrar en diálogo.

El artículo se organiza en dos momentos. En primer lugar, se presentan los marcos teóricos que sustentan las decisiones pedagógico-didácticas de la propuesta, articulando las dimensiones epistemológica, cognitiva y didáctica de la ingeniería didáctica. En segundo lugar, se presentan algunas propuestas de aula elaboradas por estudiantes de la formación docente, desarrolladas en el espacio curricular *Ciencias Naturales y su Didáctica III*. El recorrido busca mostrar una de las formas posibles de resolver, desde la práctica pedagógica, la tensión producida por una configuración curricular que integra la Educación Tecnológica en el área de Ciencias Naturales, recuperando la especificidad de ambos campos a partir de su articulación en proyectos de indagación escolar, resolución de problemas y producción de artificios.

Una de las dificultades de la formación del pensamiento didáctico⁵⁸ en la Formación Docente Inicial está centrado en que el/la estudiante que transita la formación docente tiende a buscar un único y eficaz modelo de enseñanza que le asegure la planificación de secuencias didácticas de Lengua y Literatura, Matemática, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales de forma rápida y sin dificultad.

Al ir transitando los distintos espacios curriculares va descubriendo que este imaginario comienza a modificarse por uno que, de alguna forma, muestra “demasiadas” complejidades, y no encuentra en la formación un único modelo que sirva para todas las áreas curriculares. Poco a poco los/as estudiantes van internalizando procesos de

⁵⁸ Entendido como “la racionalidad que es capaz de estar presente en la acción educativa como formas de hacer y saber” (Monarca, 2011)

aprendizaje en la complejidad, comprenden que no hay una única, universal y atemporal forma de enseñar y tratan de autoconstruirse como diseñadores/as de situaciones didácticas.

Este escrito intenta dar cuenta de los fundamentos teóricos que sustenta el diseño de situaciones didácticas en el ámbito de la complejidad por parte del área en pos de explicitar líneas de reflexión teórica y se posiciona en el paradigma de la formación de docentes como intelectuales transformativos (Giroux, 1990), es decir profesionales reflexivos que buscan mejorar las prácticas de enseñanza de saberes de las ciencias naturales y la tecnología en el marco de la nueva filosofía de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) utilizando el apoyo teórico de la ingeniería didáctica que proviene de la didáctica de la matemática francesa, ya que esta se utiliza con un doble propósito:

- como metodología de investigación y
- como producción de situaciones de enseñanza y aprendizaje.

Según Artigue (1995) se distinguen las siguientes dimensiones ligadas a los procesos de construcción de ingenierías didácticas:

- la dimensión epistemológica: asociada a las características del saber puesto en funcionamiento.
- la dimensión cognitiva: asociada a las características cognitivas de los alumnos a los que se dirige la enseñanza.
- la dimensión didáctica: asociada a las características del funcionamiento del sistema de reenseñar.

Tomaremos estas dimensiones para ir describiendo una propuesta de enseñanza que promueve la formación de pensamiento científico tecnológico escolar en aulas del siglo XXI.

Dimensión Epistemológica

Si bien las ciencias naturales y la tecnología también implican procesos sociales orientados a lograr conocimientos sistematizados, puestos a prueba por distintas generaciones y en diferentes contextos históricos sociales existen distintas visiones que,

en algunos casos, los ponen como campos de conocimientos separados (en confrontación por algunos momentos) y en otros articulan sus miradas para ponerlos en diálogo tal como se hace con la matemática y la física, la astronomía y la geometría; la biología y la biotecnología por citar algunos ejemplos. En nuestro caso, al hablar de los saberes que pondremos en acción en este campo debemos explicitar que la naturaleza del conocimiento que trataremos tendrá vinculados aspectos de la historia de la ciencia y la tecnología, tanto como sus aspectos filosóficos y sociológicos, en sentido amplio promover la articulación del conocimiento de la disciplina con estas dimensiones meta-disciplinares se denomina “Naturaleza de la ciencia y la tecnología” (NdCyT). Según Vázquez-Alonso, Manassero-Mas y Bennásar-Roig et al. (2015), *“Los temas de NdCyT son complejos, por su contenido interdisciplinar (presencia de disciplinas adicionales a la misma ciencia), multifacético (se trasciende el enfoque meramente científico para incluir otras perspectivas de análisis) y frecuentemente controvertido (más allá de la imagen mecánica y objetivista de la ciencia, se trata de resaltar su carácter dialéctico y argumentativo)”* (p.11). Mientras que los contenidos disciplinares de las ciencias naturales abordan saberes referidos a fenómenos de la naturaleza, los saberes de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) nos proponen saber sobre la historia de la ciencia misma, cómo se construyeron esos saberes, bajo qué circunstancias históricas y sociales emergieron y cobraron fuerza, cuáles fueron los grupos de poder que tuvieron influencia en el proceso de conformación, cómo surgieron los términos y vocablos que forman la “arqueología del saber” y a qué cosmovisión responden entre otros aspectos.

Así, los contenidos disciplinares de la tecnología referidos a cómo se ha construido el mundo artificial y cómo se relaciona la artificialidad con el desenvolvimiento de la sociedad (la “ciencia de lo artificial” según Simon (2006)) también son pasibles de análisis en el marco de la Naturaleza de la Tecnología (NdT), Pacey y Bray (2021) sugiere que el fenómeno tecnológico sea abordado como una práctica social, haciendo evidentes los valores culturales que subyacen en su utilización, ninguna tecnología aparece por arte de magia... ninguna tecnología llega a nosotros desligada de una historia que le es propia. Al igual que la ciencia la tecnología responde a intereses y a enfoques epistemológicos. Según González García et al. (1996) existe un enfoque artefactual de la tecnología: “la concepción artefactual o instrumentista de la tecnología es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos contruidos para una diversidad de tareas” mientras que Bunge (2000) no ve de la misma

forma a este fenómeno y considera que la tecnología es la aplicación de conocimiento científico en la realización de una tarea, considera a la tecnología como “ciencia aplicada”, para este autor la tecnología encuentra su fundamento en la formulación de “reglas tecnológicas” y “teorías tecnológicas” (Bunge, 2000).

El enfoque sistémico de la tecnología basado en la noción de sistema técnico fundamentado por Quintanilla (2017), Pacey y Bray (2021) y Hughes (1983) posiciona a la tecnología como no dependiente de la ciencia sino como producto de una unidad compleja formada por los agentes, los materiales, los artefactos y la energía (Quintanilla, 2017; Osorio, 2002). La NdCyT nos invita a conocer sobre los enfoques que circulan sobre ciencia y tecnología para encontrar a través de conocimientos históricos, sociológicos y epistemológicos a qué tipo de ciencia y tecnología adherimos o pretendemos adherir al seleccionar saberes a enseñar durante la elaboración de secuencias de enseñanza. A través del tiempo la ciencia y la tecnología han ido construyendo y reconstruyendo su modo de conocer, sus reglas, sus métodos, su estructura general... en este devenir la tecnología como campo de conocimiento se ha concentrado en desentrañar la constitución misma de los productos que la invención humana ha creado y/o modificado para mejorar su forma de estar en el mundo (aunque no siempre lo ha logrado), en este sentido la ciencia también ha producido sus propios artificios, es decir sus propias invenciones para intentar comprender cómo funcionan los fenómenos de la naturaleza. *“Muchas de las nociones de la ciencia son construcciones teóricas producto de la invención humana. Los átomos, los genes, el calor, la energía y los agujeros negros son ejemplos de ideas científicas útiles para explicar fenómenos observados. El flogisto, el calórico, el éter y los efluvios también han sido ideas inventadas para explicar fenómenos observados, pero con el desarrollo de la ciencia y la tecnología dejaron de ser útiles, y han sido por lo tanto descartadas y sustituidas por otras”* (Gellon et al., 2011, p.119 y ss)... la ciencia genera sus propios inventos para intentar explicar cómo se desarrollan procesos naturales, crea/inventa modelos y palabras nuevas para nombrar aquello que quiere explicar, es decir que crea artificialidades (entendiendo que artificial es todo lo hecho por el hombre, es lo no natural), según Tignanelli (2012): *“los artificios se definen como el arte o las habilidades en las cuales predomina, sobre la naturalidad, la elaboración personal, emocional y artística. Los artificios pueden ser artefactos, inventos, máquinas, o bien frases, definiciones y conceptos”* ...para este autor los “artificios científicos” son “los procedimientos y productos que los estudiantes construyen en una

clase organizada como factoría, para apropiarse de las ideas sobre el mundo natural que provee la ciencia escolar” (p. 12).

En esta propuesta de articulación de campos de contenidos de la ciencia y la tecnología orientados a la producción de secuencias de enseñanza vamos a caracterizar el saber que pondremos en funcionamiento como un saber operacional que conjuga aspectos de la ciencia y la tecnología a través de la planificación de secuencias que le permitan a los/as aprendientes crear sus propios artificios científicos, es decir que nos alejaremos de la idea de separar saberes procedimentales por un lado (saber hacer) e ideas abstractas de la ciencia por otro (saberes conceptuales) ya que los artificios científicos tienden a complementar procedimientos y productos para apropiarse de una idea. Al tomar la esencia de la historia de la ciencia y la tecnología en el marco de la NdCyT vemos que en el devenir ésta idea ha sido una constante, se produce una artificialidad (un modelo, un esquema, una maqueta, una fórmula, un dibujo técnico, un dibujo artístico) para comprender cómo funciona un proceso natural. Cada “idea inventada” por la comunidad científica requirió de una artificialidad para su mejor comprensión, la historia de la elaboración de diseños experimentales⁵⁹ es un claro ejemplo de este proceso, basta con recorrer las ideas plasmadas por Aristóteles en *Organon* pasando por Grosseteste (1170-1253), Duns Escoto (1265-1308), Guillermo de Occam (1280-1349), Galileo (1564-1642), Francis Bacon (1561-1626) y Suart Mill (1806-1873) para conocer cuáles fueron algunos de los artificios que los científicos elaboraron para poner a prueba una idea.

En el marco del eje epistemológico de la naturaleza de la ciencia (Adúriz Bravo, 2005) vamos a considerar aquí que el empleo del lenguaje juega un rol preponderante, permite construir analogías y metáforas orientadas a comprender fenómenos, Lavoisier en “*Tratado elemental de la química*” (1789) señalaba que *“las palabras son las que conservan y transmiten las ideas, resulta que no se puede perfeccionar la lengua sin perfeccionar la ciencia, ni la ciencia sin la lengua; y por muy ciertos que fueran los hechos, por muy justas las ideas que los originaron, solamente transmitiremos impresiones falsas si no tuviéramos expresiones exactas para nombrarlos”*, aprender ciencias por medio del lenguaje pone en escenario al enfoque comunicativo de Jaume

⁵⁹ “En sentido amplio, en el presente documento, se considerará un diseño experimental como un plan para descubrir o probar conexiones causales, siendo el experimento la ejecución de ese plan” (Cazau, 2013)

Jorba (2000) estructurado sobre las ideas de Jay Lemke (1997), en este modelo sociocultural *“el conocimiento es una construcción fundamentalmente social, que se realiza a través de un proceso en el que los modelos iniciales de los individuos, holísticos e interpretativos, pueden evolucionar gracias a la interacción social mediada por la comunicación”* (Jorba, 2000).

En la construcción del conocimiento de las ciencias naturales y la tecnología la comunicación permite desarrollar habilidades cognitivas lingüísticas orientadas a resolver problemas, los artificios elaborados desde el lenguaje (artificios semánticos) con un fin específico orientado a la construcción y apropiación de modelos de la ciencia escolar se caracterizan por estar orientados a la percepción y a la argumentación, los artificios de cuestionamiento (artificios semánticos para la percepción) son, por ejemplo, elaboraciones en forma de preguntas mientras que los artificios semánticos utilizados para la argumentación, según Tignanelli (2012), pueden dividirse en artificios de enunciación (enunciados) y artificios de simbolización (como las metáforas y las analogías)... basta con poner en tensión la idea y el modelo de qué se entiende por "máquina" para descubrir cómo los artificios semánticos inclinan hacia la ciencia ó la tecnología nuestra comprensión sobre qué es una máquina (Monsalve, 2000).

En el caso de la tecnología el conjunto de artificialidades que se articulará en esta propuesta provienen de la historia de la tecnología como meta ciencia, en particular del “campo de soluciones” (Monsalve, 2001) del docente quien a partir del enriquecimiento de su cultura tecnológica se irá apropiando de saberes referidos a la construcción de modelos que científicos/as y tecnólogos/as fueron elaborando a través del tiempo, por medio de la sociología de la tecnología podrá identificar por qué algunas soluciones que fueron eficientes en términos de optimización y cuidado de los recursos lograron continuar y por qué otras del mismo tenor no llegaron a la actualidad... tengamos siempre presente que *“los historiadores de la ciencia y los de la tecnología parecen constituir, más o menos, grupos mutuamente excluyentes, a pesar de la imposibilidad de escribir una historia satisfactoria tanto de la ciencia como de la tecnología, si no se reconoce como es debido el papel de la otra materia”*[...] *“en realidad, la ciencia debe mucho a la tecnología, y la historia de la ciencia no se entiende si no se tiene en cuenta aquella”* (Cardwell, 1996). Conocer sobre la historia de la ciencia y la tecnología irá aportando nuevas y enriquecidas alternativas de soluciones para los diferentes problemas de modelización que los aprendientes deban resolver en el marco de las situaciones didácticas propuestas.

Dimensión Cognitiva

Para continuar con la caracterización de esta propuesta de ingeniería didáctica es necesario abordar las características cognitivas de los/as alumnos/as a los que se dirige la enseñanza, en particular en lo referido a la formación de pensamiento científico tecnológico escolar, durante el desarrollo de este apartado no propondremos diferencias entre ambos campos de conocimiento (el científico y el tecnológico), ya que abordaremos caracterizaciones generales.

Según Pozo y Gómez Crespo (2013) existe en la tradición de la enseñanza de las ciencias algunas hipótesis que relacionan al conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico que se les enseña; así la hipótesis de compatibilidad señala que existe una relación directa entre las formas de pensar propias de las ciencias y la formación del pensamiento escolar en ciencias bajo la idea de que las personas de la calle y los científicos deben pensar de la misma forma cuando se enfrentan a un problema. En cambio, la hipótesis de incompatibilidad o cambio conceptual *“asume de hecho que, en contra de la hipótesis anterior, la mente del científico y la del alumno tienen en algún sentido formatos incompatibles, que usan lenguajes diferentes, o incluso, utilizando la terminología de Kuhn (1962), que son hasta cierto punto inconmensurables, no se pueden reducir ni traducir la una a la otra”*⁶⁰. La hipótesis de independencia o el uso del conocimiento según el contexto plantea que no es necesario que el alumno abandone completamente la teoría anterior para sustituirla por una nueva, en esta hipótesis se da lugar a la coexistencia de sistemas alternativos de conocimiento dentro de un mismo sujeto, estos dispondrán de teorías alternativas que se activarán de modo discriminatorio en función del contexto en el cual están inmersos.

Partiendo del cuerpo teórico estructurado en torno a la hipótesis de integración jerárquica propuesta por Pozo y Gómez Crespo (2013) según la cual *“en lugar de pretender separar o independizar ambas teorías, la científica y la cotidiana, [...] se trataría de conectarlas mediante procesos metacognitivos, de convertir en objeto de reflexión las diferencias entre ambas teorías, de forma que puedan ser integradas como distintos niveles de análisis o de complejidad en la interpretación de un problema”* (Pozo & Gómez Crespo,

⁶⁰ Pozo & Gómez Crespo, 2013, págs. 134-135.

2013, pág. 140). Nos interesa en este punto resaltar la importancia de las ideas y los modelos explicativos expresados por los/as aprendientes tanto para abordar fenómenos de la naturaleza como para explicar la construcción de las distintas artificialidades realizadas, a través de esta propuesta se considera que los/as aprendientes llegan con ideas y teorías pre-elaboradas, son sujetos activos que reestructuran sus modelos a partir de la información que reciben y consideran relevante, no son sujetos pasivos sino que, estimulados por el entorno, componen y construyen sus propios tejidos conceptuales y simbólicos dentro de un medio social, cultural e histórico... esta reestructuración interna es mediada por el uso de herramientas culturales y es la que les permitirá aprender de una forma cualitativamente distinta, los entornos sociales y culturales actuales establecen una nueva forma de interactuar y vincularse con el mundo actual, además consideramos al sujeto, como sujeto social, el cual se constituye psicológica y subjetivamente a partir de la interacción e inmersión en la cultura y la sociedad, este enfoque toma sus principios a partir del análisis sociocultural y de la Teoría del Aprendizaje Social (Bandura, 1977).

Según Pea (2001) *“El que ha observado de cerca prácticas cognitivas tiene la impresión de que la “mente” raramente trabaja sola. Las inteligencias reveladas mediante esas prácticas están distribuidas, en la mente y entre las personas, y los entornos simbólicos y físicos, tanto naturales cuanto artificiales”*, la “inteligencia distribuida” es una teoría que nos permite pensar la cognición de los estudiantes más allá del ámbito del organismo propio, abarcando a otras personas aprovechando el entorno y los artificios en su favor... según David Perkins (2001) *“Podemos tomar como unidad de análisis no al alumno sin los recursos que hay en su entorno –la persona solista– sino la persona más el entorno o, en beneficio de la brevedad, la persona más; en este caso, el alumno más el cuaderno.” [...] “Podemos hablar de la persona más el entorno como un sistema compuesto que piensa y aprende.”*

Entendemos que los procesos cognitivos de los/as aprendientes se enriquecen a partir del dominio y la apropiación de herramientas culturales, enmarcados en la péntada de Keneth Burke (1945) asumimos que la resolución de problemas científicos escolares implica crear, por parte del docente, una escena en la que los aprendientes (agentes) tienden a realizar un acto a partir de propósitos bien definidos por medio de la agencia (medios o instrumentos a utilizar), por ejemplo el uso del cuaderno como medio o instrumento a utilizar en esta escena se convierte para Wertsch (1999) en una herramienta que la cultura ha propuesto para desarrollar el acto y se analiza a través de una categoría

denominada por él como "Acción Mediada", en el marco de la enseñanza de las ciencias y la tecnología la invitación consiste en ir introduciendo nuevas y viejas herramientas culturales que le permitan a los aprendientes distribuir su inteligencia y su conocimiento en entornos enriquecidos.⁶¹ La integración de estas herramientas se apoya en los desarrollos teóricos sobre la construcción social de la inteligencia... *"en las perspectivas socioculturales de la mente, la inteligencia no es una facultad que se produce en el cerebro, como una función aislada, sino más bien se halla distribuida en los diferentes entornos materiales y sociales y está situada en contextos. Es decir que la interacción con diferentes artefactos culturales amplía la capacidad perceptiva y permite la elaboración enriquecida del conocimiento, haciéndolo memorable"* (Gentiletti, 2012).

Al considerar el entorno material, el contexto, la cultura y la actividad que desarrolla el agente los teóricos de la cognición situada parten de la premisa que indica que el conocimiento que allí se aprende es un conocimiento situado ya que este es parte y producto de la actividad misma. Según Díaz Barriga (2003, p.2): *"El paradigma de la cognición situada representa una de las tendencias actuales más representativas y promisorias de la teoría y la actividad sociocultural (Daniels, 2003). Toma como punto de referencia los escritos de Lev Vygotsky (1986; 1988) y de autores como Leontiev (1978) y Luria (1987) y más recientemente, los trabajos de Rogoff (1993), Lave (1997), Bereiter (1997), Engeström y Cole (1997), Wenger (2001), por citar sólo algunos de los más conocidos en el ámbito educativo. De acuerdo con Hendricks (2001), la cognición situada asume diferentes formas y nombres, directamente vinculados con conceptos como aprendizaje situado, participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo (cognitive apprenticeship) o aprendizaje artesanal. Su emergencia está en oposición directa a la visión de ciertos enfoques de la psicología cognitiva y a innumerables prácticas educativas escolares donde se asume, explícita e implícitamente, que el conocimiento puede abstraerse de las situaciones en que se aprende y se emplea."*

En este marco aprender y hacer ciencias y tecnologías son acciones inseparables, lo importante aquí es crear/recrear contextos (escenarios) reales en donde se planifique la enseñanza situada, para que los aprendientes realicen aprendizajes escolares como

⁶¹ La relación dialéctica agente-herramienta conforma una unidad de análisis denominada "acción mediada" (Wertsch, 1999), esta tensión irreductible entre estos dos componentes de la categoría de análisis no debe ser reducida a la descripción de alguno de sus elementos por separado, el uso de esta implica reconocer que el uso de las nuevas y viejas herramientas culturales puede causar resistencia, dominio e internalización.

procesos de enculturación integrando de manera gradual prácticas sociales de una comunidad intentando no caer en el marco de la hipótesis de compatibilidad. En nuestro caso el enfoque de enseñanza situada que se enmarcaría dentro de esta visión sociocultural será el denominado “aprendizaje experiencial” de John Dewey, un modelo de enseñanza que desarrollaremos a partir del siguiente apartado.

Dimensión Didáctica

En este apartado abordaremos la dimensión didáctica asociada a las características del funcionamiento del sistema que se propone, no se pretende denotar una idea nueva o innovadora sino que se busca dejar plasmados los marcos teóricos que sustentan una práctica pedagógica.

Las ciencias naturales y la tecnología como conjunto de conocimientos se encuadran dentro del campo de las ciencias exactas mientras que la enseñanza de los saberes científicos y tecnológicos pertenece al campo de las ciencias sociales, en particular se enmarcan dentro de las denominadas didácticas específicas de las disciplinas (Ciencias de la Educación) ya que “se caracterizan por partir de una delimitación de regiones particulares del mundo de la enseñanza” (Camilloni et al., 2008). Esta afirmación se encuentra actualmente en debate ya que una parte de la literatura epistemológica referida a la didáctica de las ciencias considera que la didáctica de las ciencias naturales no es una rama de otra disciplina sino que la entiende como un campo interdisciplinar de aplicación, un aporte referido a la comprensión de esta didáctica como disciplina autónoma puede leerse en “La didáctica de las ciencias como disciplina” (Adúriz-Bravo, 2009), se entiende que es necesario hacer esta aclaración porque lo que a continuación se detallará es una propuesta didáctica caracterizada por tomar conocimientos de las ciencias naturales y la tecnología no orientada a formar científicos y tecnólogos, nuestro objetivo consiste en propiciar modos de pensar que combinen aspectos de la ciencia escolar y la educación tecnológica...“*así, la ciencia escolar se define como una transposición didáctica del conocimiento científico erudito, realizada de modo tal que posibilite a los alumnos acceder a un aprendizaje que les resulte significativo, que sea cercano a su realidad*” (Izquierdo i Aymerich, 1999). En alguna medida, definir esta ciencia a llevar al aula se traduce en decidir qué enseñar y cómo organizar y distribuir los

conocimientos a ser enseñados (Sanmartí y Márquez, 2017), proceso que nos lleva necesariamente a plantear una relativa autonomía de la ciencia que circula por las aulas respecto de la de los científicos.” (Meinardi et al. 2002), “... partimos de la idea clave que estructura el llamado modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo, 2001; Izquierdo i Aymerich et al., 1999; Izquierdo i Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003), que es el marco teórico que da sustento a nuestra propuesta de aula. La idea clave a la que nos referimos es que la actividad científica escolar es principalmente un proceso de atribución de sentido (semiosis) sobre el mundo natural utilizando modelos teóricos escolares (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003). Esos modelos “irreducibles” y los hechos reconstruidos por ellos constituyen la ciencia escolar que se habría de trabajar en el aula” (Paz, et al., 2008) en cambio *“la educación tecnológica busca, por un lado, orientar a los estudiantes al conocimiento y comprensión de este mundo artificial, así como de los objetos que forman parte del mismo, es decir vincularlos activa y reflexivamente con el mundo; y por otro, a desarrollar su capacidad creadora e inducirlos a imaginar soluciones viables para los problemas vinculados al mundo artificial que nos rodea. En otras palabras, es una disciplina que enfoca a la tecnología como una forma de pensar y de transformar la realidad.”* (Gay & Ferreras, M.A., 1997, pág. 15).

Según Melina Furman (2016) : *“El pensamiento tecnológico comparte con el científico una mirada preguntona y curiosa acerca del mundo, la planificación de estrategias para responder preguntas, la búsqueda de evidencias, la creatividad y el pensamiento analítico, pero tiene una diferencia importante con él. En ciencias, de lo que se trata es de conocer cosas que no sabemos acerca de cómo funciona el mundo, de responder preguntas que nos dan intriga, de buscar respuestas para entender mejor lo que sucede. En tecnología, si bien esta mirada investigadora está presente, el objetivo principal no es comprender, sino resolver problemas”...* “Los educadores en tecnología suelen hablar de un concepto que considero central tanto para la educación científica como para la tecnológica: el de “tinkering”, que, aunque no tiene una traducción única, en castellano significa “jugar, manipular, desarmar, hacer lío y tratar de arreglar”. Intentando poner en acto esta articulación entre modos de pensar se llevaron a cabo varias experiencias pedagógicas, entre estas podemos dar cuenta de la construcción de papers por medio de la planificación y la realización de diseños experimentales y la realización de actividades científico-tecnológicas en el marco de la formación de un club de astronomía para principiantes.

A partir de las experiencias logradas y los marcos teóricos hasta aquí expuestos, la propuesta didáctica que se presenta consiste en desarrollar una didáctica de las ciencias naturales y la tecnología que, partiendo del desarrollo de proyectos de indagación escolar (Dewey (1910) articule saberes de estos campos. *“De acuerdo con Neve (2003), la obra de Dewey, en particular el texto Experiencia y educación (1938/1997), es la raíz intelectual de muchas propuestas actuales de cognición situada. Recuérdese que para Dewey “toda auténtica educación se efectúa mediante la experiencia” (p. 22) y que una situación educativa es resultado de la interacción entre las condiciones objetivas del medio social y las características internas del que aprende, con énfasis en una educación que desarrolle las capacidades reflexivas y el pensamiento, el deseo de seguir aprendiendo y los ideales democrático y humanitario. Para Dewey, el aprendizaje experiencial es activo y genera cambios en la persona y en su entorno, no sólo va “al interior del cuerpo y alma” del que aprende, sino que utiliza y transforma los ambientes físicos y sociales para extraer lo que contribuya a experiencias valiosas y establecer un fuerte vínculo entre el aula y la comunidad.”* (Díaz Barriga, 2003)

Según Sanmartí y Márquez (2017) “Cuando se habla de un “aprendizaje basado en proyectos”, actualmente se está hablando de metodologías muy diversas, aunque todas tienen algunos rasgos comunes (Sanmartí, 2016; Thomas, 2000). Algunos de los más relevantes se relacionan con que:

- a) Se parte del estudio de alguna situación o problema contextualizado.
- b) Se “investiga” para dar respuesta a preguntas, dudas o retos, iniciales o que van surgiendo a lo largo de la realización del proyecto.
- c) Se aprenden, a partir del contexto y en respuesta a preguntas, conocimientos clave y transferibles a la interpretación y actuación en otros contextos.
- d) Se incluyen contenidos y evaluaciones auténticas, con objetivos didácticos específicos.
- e) Se da a los alumnos la oportunidad de trabajar relativamente autónomamente por periodos de tiempo extensos.
- f) El profesor facilita pero no dirige.
- g) Se trabaja en grupos heterogéneos, y se promueve el aprendizaje cooperativo y la reflexión.

- h) Se utilizan herramientas para aprender de manera interactiva, promoviendo el uso de tecnologías digitales (cognitivas).
- i) Se finaliza con alguna acción en el entorno que planifican los propios estudiantes”. (Sanmartí & Márquez, 2017. p.6).

La enseñanza estructurada en la articulación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la realización de indagaciones científico escolares (ICE) no es una propuesta nueva ni novedosa, de hecho la UNESCO daba cuenta de la riqueza de esta posibilidad a través de la presentación del Manual para el fomento de las Actividades Científico Tecnológicas Juveniles (1984), actualmente llevamos cinco años implementando algunas de las propuestas allí plasmadas, tal como lo han hecho otros actores de la comunidad educativa (Llorente et al., 2017). Intentando alejarnos de una didáctica que descontextualice saberes y los proponga como conocimiento repetitivo esta modalidad de enseñanza concentra su atención en diseñar proyectos de indagación que, por medio de la planificación, el desarrollo y la comunicación de una indagación científico tecnológica escolar le permita a los aprendientes utilizar modelos científicos para, en la medida de lo posible, intervenir activamente en el medio que los rodea proponiendo o realizando intervenciones planificadas. A través de los aportes del socio constructivismo y del constructivismo⁶² se propone estructurar propuestas pedagógicas que pongan al conjunto de aprendientes como figuras centrales de proceso. Entendemos que la acción y el compromiso del aprendiente son promotores del aprendizaje, la enseñanza de las ciencias estructuradas en función de un aprendizaje que permita la aplicación de lo aprendido en entornos cercanos por medio del uso de modos de pensar propios de la ciencia y la tecnología es el objetivo central. *“Posiblemente el futuro pasará por la combinación de los dos tipos de propuestas, la orientada a la construcción del modelo teórico y la orientada a su instrumentalización, a partir de combinar actividades que potencien las dos perspectivas (Domènech, 2017). Y ello tiene que ver con la discusión sobre finalidad de los aprendizajes en el marco escolar.”* (Sanmartí & Márquez, 2017, p.8) Retomando la idea de Sanmartí y Márquez (2017) y preocupados por la necesidad de enriquecer formas de pensar relacionadas con las ciencias exactas en general y con las

⁶² Según Mercé Izquierdo (2001), el constructivismo “constituye un programa de trabajo fundamentado en la ciencia cognitiva, en un modelo de ciencia moderno que tiene en cuenta las interacciones CTS y las nuevas concepciones de la lingüística y de la semiótica, y en un modelo de aula en el que se combinan la autorregulación y la interacción social.”

ciencias naturales y la tecnología en particular adherimos a un paradigma que parte de la identificación de problemas y avanza hacia la búsqueda de soluciones creativas, según Melina Furman (2016) *"en la niñez, estas dos miradas del mundo, científica y tecnológica (o "ingenieril"), convergen todo el tiempo. Las investigaciones muestran que los niños, cuando experimentan, muchas veces intentan producir un efecto o un resultado y ver si algo funciona, en lugar de testear una idea para ver si es correcta y comprender lo que sucede (Zimmermann, 2007). En general, los chicos experimentan más como ingenieros que como científicos. Pero ambos objetivos se entremezclan en forma continua, sin que sean del todo conscientes de ello"*, pensar para poner a prueba ideas y respuestas a problemas planteados es el objetivo que compartimos, enseñar a planificar qué hacer, diseñar planes de acción, construir modelos, valerse de artificios científicos para recolectar, tabular y graficar datos, leer sobre historia de la ciencia y la tecnología, aprender cómo otros han resuelto el problema que se nos presenta o conjugar ideas inventadas por otros actores es un parte de lo que implica este programa.

Para enriquecer nuestras estrategias partiremos de las propuestas realizadas por el programa STEAM, un programa internacional de educación que pone el acento en la articulación de los campos de conocimientos de las ciencias naturales, la tecnología, la ingeniería, el arte y la matemática haciendo hincapié en la necesidad de solucionar problemas tecnológicos y medioambientales a través de la alfabetización científico-tecnológica. El acrónimo STEM (sin la "A"), fue el primero que surgió, lo hizo en la década de 1990 en documentos de la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos. Se suele utilizar como un nombre genérico para describir cualquier política, programa o práctica que involucre a una o varias de estas disciplinas. De las cuatro disciplinas originales, la ingeniería es el componente más nuevo y menos desarrollado en la educación. En años recientes, se ha enfatizado la necesidad de incluir la "A" de Artes (aunque algunos sugieren que representa a "todas las demás disciplinas"), transformando el enfoque STEM en STEAM. Diversos informes internacionales (European Commission, 2007; National Research Council, 2012; Hazelkorn et al., 2015) han insistido en la necesidad de cambiar la enseñanza tradicional hacia estos enfoques integrados para desarrollar la competencia científica y resolver problemas del mundo real. Actualmente, además de las disciplinas tradicionales, se está integrando la programación computacional y la robótica dentro de este marco educativo por su potencial para

desarrollar el pensamiento lógico y computacional. El objetivo final de esta evolución histórica consiste en preparar a los/as estudiantes para los desafíos del siglo XXI, promoviendo habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración y la comunicación efectiva. En Argentina, el nuevo Diseño Curricular de Nivel Primario lanzado por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2025), enmarcado en la política del Plan Integral de Educación Digital incorpora educación STEAM y el Gobierno de la Provincia de Córdoba está implementando un programa de transformación educativa que utiliza el modelo "STEAM Ampliado". Desde 2024, el Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología propone un enfoque pedagógico para el desarrollo de las Ferias de Ciencias basada en la estrategia "STEAM Situada", adaptada a los niveles y modalidades educativas, y al contexto de la escuela/comunidad donde se genera cada proyecto desde la primera instancia ferial. Esta estrategia enriquece y potencia los aprendizajes a través de proyectos que integran contenidos de Ciencias (Naturales y Sociales), Tecnología, Artes y Matemática, y proponen para todos esos proyectos, como foco transversal, el eje de Lengua y Prácticas del Lenguaje, en consonancia con el documento "Compromiso Federal por la Alfabetización" (Consejo Federal de Educación, 2024). Para el programa de Ferias de Ciencias, el enfoque STEAM consiste en un conjunto de didácticas singulares e innovadoras que prioriza la actividad de los estudiantes de modo interdisciplinario por medio de la resolución de problemas basados en el planteo y desarrollo de múltiples y variados proyectos de aula.

Lo que nos interesa en este escrito, en el contexto de desarrollo rionegrino, es tomar del paradigma STEAM las experiencias educativas relacionadas con: el diseño, la realización y la evaluación de proyectos escolares interdisciplinarios. Si bien no sabemos, por el momento, si se adoptará un modelo de STEAM Ampliado, STEAM Situado u otro en la reelaboración de los nuevos Diseños Curriculares, de lo que podemos estar seguros es que, en el futuro próximo cercano, lo que se nos irá solicitando es que promovamos el desarrollo de proyectos en los que se relacione más de una disciplina escolar, tal como ya lo tienen las últimas versiones de los nuevos Diseños Curriculares de Nivel Inicial y de Nivel Secundario de la Provincia de Río Negro.

De la teoría a la acción: Ingeniería didáctica entre fenómenos naturales, artefactos y artificios

Hasta aquí se han expuesto los marcos teóricos que dan sustento a las decisiones que se tomaron en pos de llevar adelante una ingeniería didáctica que promueva la construcción de planificaciones interdisciplinarias en el ámbito de la formación docente. La explicitación de los/as autores/as de referencia citados/as en las dimensiones epistemológica, cognitiva y didáctica no busca mostrar una lista acabada ni cristalizada de ideas sino que, muy por el contrario, busca comunicar que las ideas del pasado y del presente se pueden conjugar para dar fundamento teórico al hacer en el terreno. Ver las fechas de las citas teóricas que se han expuesto hasta aquí permite comprender que la historia de las ciencias y la tecnología no comenzó hace poco y que el presente, hoy más que nunca, requiere mirar hacia el pasado para comprender que no siempre estamos creando algo nuevo sino que estamos volviendo a recrear ideas para comprenderlas con nuevos aportes de la actualidad. Somos sujetos situados que buscamos en el pasado para enriquecer una identidad que evoluciona constantemente en el presente.

Al momento de llevar una propuesta al aula, no todo lo que se sabe se aplica y no todo lo que se estudia ingresa al campo... existan adecuaciones y recortes que es necesario realizar para que, al momento de presentar una propuesta de aula, la misma sea clara, coherente y consistente con nuestros marcos teóricos. En el marco de este recorte es que, a continuación se presentarán algunos casos de planificaciones logradas por estudiantes de nivel superior durante el cursado de la unidad curricular “Ciencias Naturales y su didáctica III” en el Profesorado de Nivel Primario partiendo de un modelo simplificado. En este modelo, las planificaciones logradas durante los ciclos 2024, 2025 y 2026 siguieron un patrón común, comenzaron por plantear un problema de tipo ingenieril que permitió orientar la finalidad de la propuesta ya que ese “producto final buscado” se transformó en el orientador general del proyecto.

Así, queda planteada una propuesta que va “desde atrás hacia adelante” siguiendo el camino inverso que proponen Melina Furman y Gabriel Gellon (2009). Una vez construido el problema inicial de tipo ingenieril, quien planifica debió decidir en función del grupo destinatario (enseñanza situada), qué tipo de indagación habilitaría teniendo en cuenta que no es lo mismo enseñar a indagar a grupos que ya tienen experiencia en este proceso que a quienes no la tienen y, considerando la edad, las características del grupo, el lugar en donde se realizaría y los recursos que se dispondrían se toman decisiones didácticas optando por llevar adelante una indagación que podría ser de tipo tradicional estructurada (aquí cada docente es protagonista y guía el 100% del proceso), una guiada

(el/la docente cede una parte del proceso a los/as estudiantes, ayuda a desarrollar investigaciones. Generalmente, el maestro elige la pregunta para la investigación y, a veces, también el diseño de los experimentos. Podríamos decir que un 75% pertenece al docente y un 25% es creación de los/as estudiantes); una acoplada (combina una indagación guiada con una indagación abierta. 50% es realizado por el/la docente y un 50% es realizado por los/as estudiantes) o una abierta (aquí el/la estudiante es más protagonista. Es centrada en el/la alumno/a, este proceso comienza con preguntas formuladas por los/as estudiantes, quienes también se encargan de diseñar, conducir y comunicar los resultados; buscan dar respuestas a sus propias preguntas).

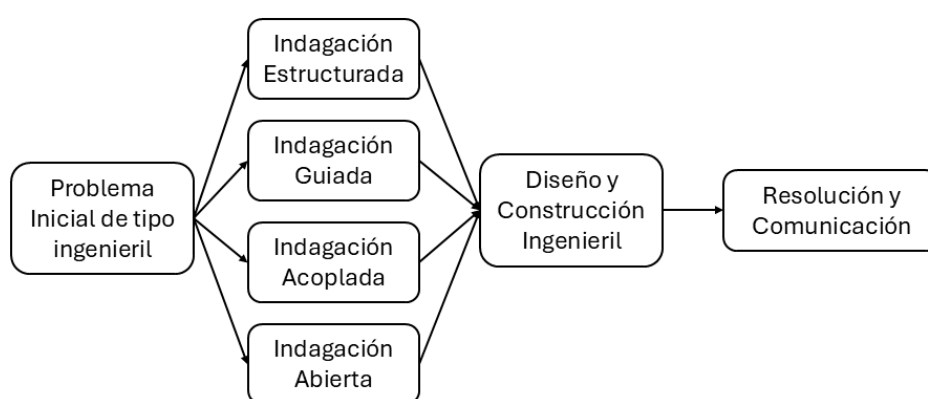


Figura 1. Representación del proceso de planificación interdisciplinario

Una vez tomada la decisión con respecto a qué tipo de indagación se propiciará, el plan habilita un momento para culminar de diseñar y construir una posible solución al problema ingenieril planteado al inicio para, finalmente, resolver y comunicar lo vivido durante la realización del proyecto (Aprendizaje Basado en Proyectos). Esquemáticamente podríamos representar el proceso de la siguiente forma:

A partir de vivenciar este recorrido, las y los estudiantes de la formación docente fueron construyendo diversas propuestas de aula para el nivel primario. De entre todas las planificaciones logradas se han seleccionado dos para ilustrar brevemente los productos logrados.

La propuesta didáctica “Detectives de pañales” elaborada por la estudiante Karina Vásquez (2024) se sitúa en las aulas de primer grado de la Escuela N.º 25 de Lamarque, en la provincia de Río Negro, para abordar la problemática socioambiental del consumo

desmedido de pañales descartables. Alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 12 sobre producción y consumo responsable, la experiencia invita a los niños y niñas de Primer Grado a asumir el rol de "Detectives de pañales". Desde esta perspectiva lúdica e investigativa, los/as estudiantes exploran las propiedades de los materiales y los cambios de estado sólido y líquido mediante el desarme de los pañales, ensayos de absorción con fluidos y geles, y la comparación entre diversas marcas y la recolección de información oral sobre el pasado o "la historia de los pañales" como productos artificiales. El recorrido culmina con el diseño y la confección de un prototipo de pañal ecológico reutilizable, acompañado por la elaboración de afiches concientizadores para la comunidad. En su trama metodológica, la secuencia recupera el modelo de la ciencia como proceso y producto formulado por Furman y De Podestá (2009), posicionando la indagación guiada en el centro de la escena escolar mediante preguntas investigables y experiencias de exploración directa que respetan el desarrollo infantil a través del registro gráfico y la observación oral. Asimismo, la propuesta realiza un tratamiento explícito de los obstáculos epistemológicos conceptualizados por Bachelard y Sanmartí, trabajando sobre las concepciones previas de las infancias —que suelen asociar todo líquido al agua y lo sólido únicamente a objetos rígidos— mediante instancias de explicitación y reestructuración de ideas que permiten avanzar hacia hipótesis de progresión más complejas. Finalmente, el itinerario se consolida desde un enfoque STEAM al articular de forma orgánica la indagación científica, los procesos de ingeniería infantil presentes en la fabricación del prototipo reutilizable y la dimensión artística volcada en la comunicación visual y el diseño del producto.

Diseñada para las aulas de quinto grado de la Escuela N.º 78 de Coronel Belisle, la propuesta "Cubitos Ecoamigables" elaborada por la estudiante Julieta Vincenty (2024), parte de un problema ambiental del entorno socio-productivo local: el desperdicio recurrente de cubitos de hielo en locales gastronómicos y cafeterías de la zona. A lo largo de once clases, los/as estudiantes indagan sobre la eficiencia del agua, exploran modelos de riego por goteo —tomando como referencia experiencias internacionales como la de Israel— y asumen el desafío de diseñar, construir y poner a prueba prototipos elaborados con materiales reciclados. La secuencia se profundiza mediante ensayos fisicoquímicos sobre la calidad del agua a través de tiras reactivas de pH y microscopía, la integración del fenómeno con las dinámicas del ciclo hidrológico y la elaboración final de un informe científico formal junto con una producción audiovisual para su comunicación en la Feria de

Ciencias. Desde el punto de vista didáctico, la planificación se apoya en los principios de la enseñanza situada y del aprendizaje profundo propuestos por Díaz Barriga (2003) y Furman (2016), articulando la secuencia "desde el final de la película", es decir, orientando cada fase de indagación hacia las metas evaluativas concretas del informe académico y la presentación en la feria. Asimismo, la propuesta se inscribe en la cultura *maker* y la metodología STEM descrita por Martínez y Stager (2019), promoviendo el pensamiento de diseño e ingeniería a través de la producción de bocetos, las pruebas empíricas de derretimiento de cubitos, la evaluación de costos y factibilidad, y la optimización estética y funcional de los artefactos. Todo este recorrido se sostiene sobre una marcada rigurosidad investigativa que incluye el control sistemático de variables independientes, dependientes y de control, la formulación de hipótesis en formato condicional y la superación de visiones estáticas del ciclo del agua, logrando conectar de manera orgánica los procesos físicos terrestres con la biósfera y las decisiones de la acción humana.

Para concluir

La construcción de una ingeniería didáctica que promueva la alfabetización científica y tecnológica en la Formación Docente Inicial implica trascender la mera prescripción curricular para situar a los/as futuros/as enseñantes en el rol de profesionales reflexivos e intelectuales transformativos (Giroux, 1990). A lo largo de este escrito se ha fundamentado cómo la articulación de las dimensiones epistemológica, cognitiva y didáctica (Artigue, 1995) permite estructurar un modelo de diseño de clases capaz de operar en el ámbito de la complejidad, superando la ilusión de un método único y universal de enseñanza heredado de la tradición comeniana.

Desde la **dimensión epistemológica**, la incorporación de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) permite dismantelar visiones dogmáticas, lineales y neutrales del conocimiento escolar. Al entender que la ciencia y la tecnología son construcciones históricas, sociales y dialécticas (Vázquez-Alonso et al., 2015), los futuros docentes comprenden que enseñar ciencias no es transmitir verdades acabadas, sino guiar la atribución de sentido sobre el mundo natural mediante la creación y apropiación de modelos teóricos e invenciones humanas: los *arteficios científicos* (Tignanelli, 2012). En este marco, la tecnología deja de concebirse como una mera herramienta instrumental o

"ciencia aplicada" para asumirse como un sistema técnico complejo (Quintanilla, 2017) y una práctica social saturada de valores culturales y decisiones de diseño (Pacey y Bray, 2021).

En el terreno de la **dimensión cognitiva**, el modelo asume la hipótesis de integración jerárquica (Pozo y Gómez Crespo, 2013), reconociendo que los conceptos científicos y cotidianos no se anulan entre sí, sino que se reestructuran y conectan a través de procesos metacognitivos en función del contexto. La cognición no se produce como un acto aislado dentro del cerebro del individuo; por el contrario, se halla situada (Díaz Barriga, 2003) y distribuida en el entorno material, social y simbólico (Pea, 2001; Perkins, 2001). La incorporación de la *acción mediada* (Wertsch, 1999) y la revalorización del aprendizaje social y vicario (Bandura, 1977) demuestran que el dominio de herramientas culturales —desde el cuaderno de campo y los instrumentos de medición hasta los entornos digitales— expande la capacidad perceptiva y vuelve memorable la construcción del saber.

Finalmente, en la **dimensión didáctica**, la integración del Aprendizaje Basado en Proyectos (Dewey, 1910; Sanmartí y Márquez, 2017) con la Indagación Científico-Escolar (Furman y De Podestá, 2009) y la graduación de sus niveles (Toma y Greca, 2016) ofrece una hoja de ruta flexible pero rigurosa. Planificar "de atrás hacia adelante" (Furman y Gellon, 2009) partiendo de un problema de tipo ingenieril orienta el sentido de toda la secuencia didáctica. Las experiencias de aula analizadas —como "*Detectives de pañales*" (Vásquez, 2024) y "*Cubitos Ecoamigables*" (Vincenty, 2024)— ilustran con claridad la potencia de este enfoque:

- Muestran cómo es posible entramar orgánicamente la indagación de la naturaleza con la cultura *maker* (Martínez y Stager, 2019) y la exploración artesanal (*tinkering*).
- Evidencian que la metodología STEAM no es una mera yuxtaposición de materias, sino una didáctica integrada que cobra vida cuando responde a problemáticas socioambientales auténticas de la comunidad local.

Formar docentes capaces de diseñar este tipo de propuestas equivale a dotarlos de una "caja de herramientas" conceptual y metodológica para habitar las aulas del siglo XXI. Se trata, en definitiva, de afianzar una pedagogía de vanguardia (Kap, 2024) que recupere el

deseo de saber, promueva la autonomía investigativa y comprometa a las nuevas generaciones en la comprensión reflexiva y la transformación crítica de su propio entorno.

Referencias Bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2009). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 17, 61-74.
<https://revistas.usal.es/tres/index.php/0212-5374/article/view/3902>
- Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. FCE.
- Araujo, S. (2008). *Docencia y enseñanza: una introducción a la didáctica* (1.^a ed., 1.^a reimp.). Universidad Nacional de Quilmes.
- Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En P. Gómez (Ed.), *Ingeniería didáctica en educación matemática* (pp. 33–59). Una Empresa Docente; Grupo Editorial Iberoamérica.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Baquero, R., & Limón, M. (2014). *Introducción a la psicología del aprendizaje escolar*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Bunge, M. (2000). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI Editores.
- Burke, K. (1945). *A Grammar of Motives*. New York: Prentice Hall.
- Camilloni, A., Cols, E., Basabe, L., & Freeney, S. (2008). *El saber didáctico* (1^o Reimpresión ed.). Buenos Aires: Paidós.
- Cardwell, D. (1996). *Historia de la tecnología*. Madrid: Alianza.
- Cazau, P. (2013). Una reseña histórica de los diseños experimentales. *Paradigmas*.
- Consejo Federal de Educación. (2024). *Resolución CFE N° 465/24: Compromiso Federal por la Alfabetización – Política Nacional de Alfabetización*.
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston: D.C. Heath & Co.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2).
<https://redie.uabc.mx/redie/article/view/85>

- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill. [Añadir esta referencia que se cita en el resumen].
- Douady, R. (1996). Ingeniería didáctica y evolución de la relación con el saber en las matemáticas de collège-seconde. En E. -D. Barbín, *Enseñanza de las matemáticas: Relación entre saberes, programas y prácticas*. Topiques éditions. Publicación del I.R.E.M.
- Drewes, A. (2008). ¿Cómo han surgido las teorías que enseñamos en ciencias naturales? En L. Galagovsky, *¿Qué tienen de "naturales" las ciencias naturales: las ciencias naturales y su enseñanza* (págs. 29-35). Biblos.
- European Commission. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Furman, M., & Gellon, G. (2009). Clase 9: El camino inverso: diseño de clases de atrás hacia adelante. En *Enseñanza de las Ciencias [Curso virtual]*. FLACSO Virtu
- Furman, M., & De Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Aique Grupo Editor.
- Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: La formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: Documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación* (1a ed. compendiada). Santillana.
- Gay, A., & Ferreras, M.A. (1997). *La educación tecnológica. Aportes para su implementación*. Buenos Aires.: Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Pro Ciencia Conicet.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. (2011). *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Paidós.
- Gentiletti, M. (2012). *Construcción colaborativa de conocimientos integrados. Aportes de la psicología cultural en las prácticas de la enseñanza*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Giroux, H. (1990). *Los profesores como intelectuales*. Barcelona: Paidós.
- Greca, I. M., Meneses Villagrà, J. Á., & Adúriz-Bravo, A. (2018). *Proyectos STEAM para la educación primaria: fundamentos y aplicaciones prácticas*. Dextra Editorial.
- González García, M. I., Luján López, J. L., & López Cerezo, J. A. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Tecnos.

- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Pintó Casulleras, R., & Welzel-Breuer, M. (2015). *Science education for responsible citizenship*. European Commission.
- Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Izquierdo i Aymerich, M., Sanmartí Puig, N., & Espinet Blanch, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, 17(1), 45–59. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4104>
- Izquierdo i Aymerich, M. (2001). Constructivismo versus Socioconstruccionismo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 239-242.
- Izquierdo i Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27–43. <https://doi.org/10.1023/A:1022698205904>
- Jorba, J. (2000). *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situaciones de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis S.A.
- Kap, M. (2024). *Vanguardias Didácticas: prácticas de enseñanza indisciplinada en la educación superior*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Prometeo.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Llorente, I., Ruiz Vivar, N., Serra i Salamé, C., Domènech Casal, J., Selga, I., & Domènech, X. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la escuela*, (91), 72-89.
- Martínez, S. L., & Stager, G. (2019). *Inventar para aprender: Guía práctica para instalar la cultura maker en el aula* (L. T. A. Fernández, Trad.). Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 2013)
- Meinardi, E., Adúriz-Bravo, A., Morales, L., & Bonan, L. (2002). El modelo de ciencia escolar. Una propuesta de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa educacional y la realidad del aula. *Revista de Enseñanza de la Física*, 15(1), 13-21.

- Monarca, H. (2011). El Pensamiento Didáctico. *Tendencias Pedagógicas*, 103-115.
- Monsalve, C. (2001). Los aportes de una cultura basada en la tecnología. *Novedades Educativas*, 121.
- Monsalve, C. (2014). Aportes para la construcción de la comunicación científica en la formación de docentes de nivel primario. *Congreso Iberoamericano de ciencia, tecnología, innovación y educación*. Buenos Aires: OEI.
- Monsalve, C. (2014). Estrategias para sostener un Club de Astronomía para principiantes como medio de divulgación de la ciencia y la tecnología. *Congreso Iberoamericano de ciencia, tecnología, innovación y educación*. Buenos Aires: OEI.
- Monsalve, C., Pintos, J.C., & Diez, O. (1999). El mecano sin tornillos... del resorte a la UCT. *III Congreso Internacional de (Tele) Informática Educativa y II Foro regional de Tecnología*. Santa Fe.
- Monsalve, C., & Pintos, J.C. (2000). Definiendo máquinas y mecanismos. *Novedades Educativas*, N° 110.
- Monsalve, C., & Pintos, J.C. (2003). La tecnología y sus modelizaciones. En Marchisio, A. y Pintos, J.C. (2003) *Educación Tecnológica. Trabajos de enseñanza y aprendizaje*. General Roca: Publifadecs.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Osorio, C. (2002). Enfoques sobre la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2.
- Pacey, A., & Bray, F. (2021). *Technology in world civilization: A thousand-year history* (Revised and expanded ed.). The MIT Press.
- Paz, V., Márquez, C., & Adúriz-Bravo, A. (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar qué hacen los científicos y la función de nutrición en el modelo de ser vivo. *Latinoam. Estud. Educ.*, 11-27.
- Pea, R. (2001). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas: Consideraciones psicológicas y educativas* (págs. 75-110). Amorrortu.

- Perkins, D. (2001). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas: Consideraciones psicológicas y educativas* (págs. 111-134). Amorrortu.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata.
- Quintanilla, M. A. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología* (2ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿Filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 1-6.
- Sanmartí Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: Del contexto a la acción. *Revista de Investigación en Educación Científica*, 1(1), 3–16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Simon, H. A. (2006). *Las ciencias de lo artificial* (P. Noriega, Trad.). Comares (Obra original publicada en 1996).
- Tignanelli, H. (2012). *Propuestas para la enseñanza en el área de ciencias naturales*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-396). Educación Editora.
- Vásquez, K. (2024). *Detectives de pañales* [Planificación didáctica inédita]. Profesorado de Nivel Primario, Ciencias Naturales y su didáctica III.
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Bennáscar-Roig, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental con perspectiva latina. *Interacções*, 11(34), 8–34. <https://doi.org/10.25755/int.6922>
- Vincenty, J. (2024). *Cubitos ecoamigables* [Planificación didáctica inédita]. Profesorado de Nivel Primario, Ciencias Naturales y su didáctica III.
- Wertsch, J. V. (1999). *La mente en acción*. Aique Grupo Editor.



5. INVESTIGACIONES

5. 17. CONGRESOS, CURRÍCULUM Y EDUCACIÓN TECNOLÓGICA.

Veinte años de debates en torno a una disciplina en construcción

Silvina Orta Klein⁶³, Daniel Richar⁶⁴, Mariana Casas⁶⁵ y Mariana León⁶⁶

Título de la investigación: Impacto de los procesos de definición de los contenidos de Educación Tecnológica, en el marco de la Política Pública de Argentina.

Resumen

El artículo presenta los resultados de una investigación que analiza el proceso de construcción de la Educación Tecnológica como disciplina escolar en Argentina a partir del estudio de los congresos y encuentros realizados entre 2002 y 2018. La investigación parte de la premisa de que estos espacios constituyen una fuente privilegiada para comprender la evolución del campo disciplinar, ya que en ellos convergen especialistas, docentes, investigadores y equipos técnicos que debaten los fundamentos, enfoques y desafíos de la enseñanza de la tecnología. Desde una perspectiva cualitativa, se empleó el análisis de contenido de las memorias de los congresos organizados por el Instituto Superior del Profesorado Tecnológico de Córdoba y la Asociación Provincial de Profesores de Educación Tecnológica de Chubut, complementado con entrevistas a referentes de ambas instituciones. Los resultados evidencian una evolución de la agenda de discusión organizada en cuatro etapas: la construcción de la identidad disciplinar; el desarrollo de la didáctica específica; la consolidación académica y profesional de la

⁶³ Silvina Orta Klein. Es Licenciada en Educación (UNQ), cursó la Especialización en Didáctica (UBA), actualmente está terminando la Tesis de Maestría en Educación (UNQ). Participó en el Equipo Curricular de Educación Tecnológica (1995-2000) y en la Escuela de Capacitación (1986-2013) de CABA. Fue Coordinadora del Área de Tecnología en el Ministerio de Educación de la Nación (2000-2015). Dicta un Seminario en la Maestría "Tecnología, Políticas y Cultura" de la UNC de Córdoba y en el Trayecto de Formación de pos título de Educación Tecnológica en la Universidad UADER, Entre Ríos. Es autora y coautora de diversas publicaciones para docentes y alumnos.

⁶⁴ Daniel Richar. Licenciado en Educación por la Universidad Nacional de Quilmes. Decano de la Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Docente Titular de la cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica en la FHAYCS de UADER. Autor de cursos de formación docente para entornos virtuales y co-autor de diversas publicaciones.

⁶⁵ Mariana Casas. Profesora en Educación Tecnológica por la FCyT de la Universidad Autónoma de E. R., Especialista en Educación y NTIC por la FLACSO, Maestranda en Procesos Educativos mediados con Tecnologías de la UNC. Directora de Educación a Distancia. Adjunta de la cátedra Didáctica de la Educación Tecnológica. docente de la FHAYCS de la Universidad Autónoma de Entre Ríos y coautora de publicaciones y de cursos de formación docente para entornos virtuales

⁶⁶ Mariana León. Profesora de Educación Primaria con Orientación Rural por la FHAYCS- UADER. Actualmente trabajando en la Secretaría de Escuelas de la FHAYCS- UADER. Aprobó el Seminario de Posgrado "Didáctica de la Educación Tecnológica", colaboró en la investigación "Impacto de los procesos de definición de los contenidos de Educación Tecnológica, en el marco de la Política Pública de Argentina", participó en PECAT e instancias de capacitación llevados adelante por la cátedra "Didáctica de la Educación Tecnológica" de la FHAYCS de UADER.

disciplina; y la incorporación de problemáticas vinculadas con los sistemas sociotécnicos, la programación, la robótica y las tecnologías digitales. Asimismo, el estudio muestra que las temáticas abordadas en los congresos guardan una estrecha relación con las transformaciones de las políticas curriculares nacionales y jurisdiccionales, funcionando como espacios de mediación entre las prescripciones oficiales y las prácticas docentes.

Palabras claves: Educación Tecnológica, investigación educativa, congresos, curriculum

Introducción

La Educación Tecnológica se incorporó formalmente al sistema educativo argentino con la sanción de la Ley Federal de Educación N.º 24.195, en el año 1993. Esta normativa estableció su inclusión como espacio curricular obligatorio en la Educación General Básica (EGB), dando inicio a un proceso de transformación que implicó la definición de nuevos contenidos, la elaboración de propuestas curriculares jurisdiccionales y la formación de docentes para un área hasta entonces inexistente como disciplina escolar. A partir de la aprobación de los Contenidos Básicos Comunes y de la adecuación de los diseños curriculares provinciales, implementada progresivamente desde 1997, la Educación Tecnológica comenzó a formar parte de la enseñanza obligatoria en las escuelas argentinas.

La incorporación de este espacio curricular no significó únicamente la creación de una nueva asignatura. Supuso también la necesidad de definir su objeto de estudio, establecer criterios para la selección y organización de los contenidos y construir enfoques didácticos acordes con los propósitos formativos de la educación obligatoria. Como ocurre con toda disciplina escolar de reciente creación, la consolidación de la Educación Tecnológica fue el resultado de un proceso en el que intervinieron decisiones de política educativa, desarrollos curriculares, instituciones de formación docente, especialistas y profesores que participaron activamente en la construcción de sus marcos conceptuales y metodológicos.

Desde esta perspectiva, el estudio de la Educación Tecnológica trasciende el análisis de los documentos curriculares. Las políticas públicas definen lineamientos generales para la enseñanza, pero su apropiación, interpretación y resignificación se producen en diversos ámbitos de intercambio profesional. Entre ellos, los congresos y encuentros de docentes

constituyen espacios particularmente relevantes, ya que reúnen a profesores, formadores, investigadores, equipos técnicos y especialistas para discutir los fundamentos de la disciplina, analizar experiencias de enseñanza y debatir los desafíos que plantean las sucesivas reformas curriculares.

El presente artículo parte de la premisa de que estos encuentros constituyen una fuente de análisis valiosa para comprender la evolución del campo disciplinar de la Educación Tecnológica en Argentina. A partir del estudio de los congresos organizados por el Instituto Superior del Profesorado Tecnológico de Córdoba y de los encuentros promovidos por la Asociación Provincial de Profesores de Educación Tecnológica de Chubut, desarrollados entre 1998 y 2018, se analizan las principales temáticas abordadas, los enfoques predominantes y las transformaciones observadas en los debates sobre la enseñanza de la disciplina.

El análisis permite reconocer que las preocupaciones presentes en las conferencias, talleres y ponencias guardan una estrecha relación con los cambios introducidos por las políticas curriculares nacionales y jurisdiccionales. En este sentido, los congresos pueden entenderse como espacios donde las prescripciones curriculares dialogan con las prácticas docentes, favoreciendo la circulación de conocimientos, la discusión de enfoques y la construcción colectiva de criterios para la enseñanza.

Más que reconstruir la historia de estos encuentros, el propósito del artículo es analizar cómo las discusiones desarrolladas en ellos permiten comprender el proceso de construcción de la Educación Tecnológica como disciplina escolar durante sus primeras dos décadas de implementación en el sistema educativo argentino.

La incorporación de la Educación Tecnológica al currículum argentino

La presencia de la Educación Tecnológica en la escuela argentina es relativamente reciente. Si bien existían antecedentes vinculados con las actividades prácticas, la educación manual, la enseñanza técnica y la formación para el trabajo, ninguno de estos espacios constituía una disciplina orientada a comprender los procesos tecnológicos desde una perspectiva cultural, social y educativa.

La creación del área respondió a una tendencia internacional que, desde la década de 1980, impulsó la incorporación de una formación tecnológica básica para todos los ciudadanos. Organismos internacionales, investigadores y especialistas coincidían en que las profundas transformaciones producidas por el desarrollo científico y tecnológico

exigían ampliar la formación general de los estudiantes. Ya no bastaba con preparar técnicos o especialistas; resultaba necesario que todos los ciudadanos desarrollaran capacidades para comprender, analizar críticamente e intervenir en un mundo crecientemente atravesado por tecnologías.

En Argentina, esta perspectiva comenzó a materializarse con la reforma educativa iniciada en la década de 1990. Los Contenidos Básicos Comunes constituyeron el primer intento sistemático por definir los saberes específicos que integrarían la nueva disciplina. Allí aparecieron temas vinculados con los procesos productivos, los materiales, las herramientas, las tecnologías de la información, el análisis de productos, los proyectos tecnológicos y las relaciones entre tecnología, sociedad y ambiente.

Sin embargo, la incorporación formal de estos contenidos planteó numerosos interrogantes. ¿Qué significaba enseñar Tecnología en la educación obligatoria? ¿Cuál era la diferencia entre Educación Tecnológica, informática, educación técnica o actividades prácticas? ¿Qué conocimientos debían priorizarse? ¿Cómo formar docentes para una disciplina que prácticamente no tenía tradición escolar?

Estas preguntas atravesaron buena parte de los debates desarrollados durante los primeros años de implementación. La ausencia de una tradición consolidada obligó a construir simultáneamente los diseños curriculares, los profesorados específicos, los materiales didácticos y las estrategias de enseñanza.

La situación resultaba especialmente compleja porque coexistían docentes provenientes de trayectorias muy diversas. Algunos tenían formación en especialidades técnicas; otros provenían de las artes manuales, la informática o diferentes ramas de la ingeniería. Esta heterogeneidad enriqueció el debate, aunque también generó interpretaciones diversas acerca del sentido de la disciplina.

Ese proceso de construcción de la disciplina constituye el punto de partida para comprender el papel que desempeñaron los congresos como escenarios de producción y circulación del conocimiento profesional docente, aspecto que será abordado en el siguiente apartado.

Los congresos como espacios para analizar la construcción de una disciplina escolar

Las disciplinas escolares no constituyen un conjunto estable de conocimientos definidos de una vez y para siempre. Por el contrario, diversos estudios en el campo de la historia

del currículum han mostrado que son construcciones sociales e históricas cuya configuración responde a procesos de selección cultural, decisiones políticas, desarrollos académicos y prácticas profesionales. En este sentido, comprender la evolución de una disciplina requiere analizar no solo los documentos curriculares que establecen qué debe enseñarse, sino también los espacios donde esos lineamientos son interpretados, discutidos y resignificados por las comunidades docentes.

Desde esta perspectiva, André Chervel (1991) sostiene que las disciplinas escolares poseen una historia propia, diferente de la evolución de las disciplinas científicas de referencia. Su configuración responde a las finalidades atribuidas por el sistema educativo, a las formas de organización del conocimiento escolar y a las prácticas desarrolladas en las instituciones educativas. En consecuencia, la historia de una disciplina no puede reconstruirse únicamente a partir de las reformas curriculares o de las decisiones ministeriales, sino también mediante el análisis de los procesos que intervienen en su apropiación y desarrollo dentro del sistema educativo.

En una línea similar, Ivor Goodson (1995) plantea que las disciplinas escolares son el resultado de negociaciones permanentes entre distintos actores e instituciones. Los cambios curriculares no dependen exclusivamente de decisiones técnicas o administrativas, sino que expresan disputas acerca de qué conocimientos adquieren legitimidad escolar, quiénes participan en su definición y cuáles son las finalidades atribuidas a su enseñanza. Desde esta perspectiva, los profesores, las asociaciones profesionales, los institutos de formación docente y los espacios académicos desempeñan un papel activo en la construcción y consolidación de las disciplinas escolares.

Estas contribuciones resultan particularmente pertinentes para analizar la Educación Tecnológica en Argentina. Al tratarse de un espacio curricular incorporado recientemente al sistema educativo, su desarrollo estuvo acompañado por la necesidad de construir consensos acerca de su objeto de estudio, sus categorías conceptuales y sus enfoques didácticos. Durante los primeros años de implementación coexistieron distintas interpretaciones sobre el sentido de la disciplina, muchas de ellas vinculadas con las trayectorias profesionales de quienes asumieron su enseñanza. Esta diversidad favoreció la aparición de numerosos ámbitos de intercambio donde comenzaron a discutirse los fundamentos epistemológicos y pedagógicos del nuevo espacio curricular.

Entre esos ámbitos, los congresos de Educación Tecnológica adquirieron una relevancia creciente. Organizados periódicamente por instituciones de formación docente,

asociaciones profesionales y organismos educativos, estos encuentros reunieron a especialistas, investigadores, docentes y equipos curriculares provenientes de distintas jurisdicciones del país. Su propósito inmediato fue favorecer la actualización profesional y el intercambio de experiencias; sin embargo, su continuidad en el tiempo los convirtió también en espacios de producción y circulación del conocimiento específico de la disciplina.

Las conferencias centrales permiten identificar los marcos conceptuales que orientaron la reflexión en cada período; los talleres ponen de manifiesto las preocupaciones didácticas predominantes; las ponencias muestran las experiencias desarrolladas en las instituciones educativas y las memorias de los eventos registran los debates, las problemáticas emergentes y los desafíos reconocidos por la comunidad profesional. En conjunto, estos materiales constituyen un corpus documental que permite reconstruir las transformaciones experimentadas por la Educación Tecnológica durante sus primeras décadas de desarrollo como disciplina escolar.

El estudio de los espacios de discusión que proponen los congresos adquiere una relevancia particular en el caso de la Educación Tecnológica debido a la rapidez con que evolucionaron sus marcos curriculares durante las dos décadas posteriores a su incorporación al sistema educativo. La aprobación de los Contenidos Básicos Comunes, la sanción de la Ley de Educación Nacional, la elaboración de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios y la actualización de los diseños curriculares jurisdiccionales introdujeron modificaciones en la comprensión del objeto de estudio de la disciplina, en la organización de los contenidos y en las orientaciones para la enseñanza. Estas transformaciones encontraron un espacio de discusión permanente en los congresos, donde fueron analizadas, interpretadas y, en muchos casos, resignificadas a partir de las experiencias desarrolladas en las instituciones educativas.

En este sentido, los congresos no constituyen únicamente escenarios de formación continua. También representan una expresión de la dinámica propia del campo disciplinar. Las temáticas seleccionadas para las conferencias, los especialistas convocados, las experiencias presentadas y las discusiones sostenidas por los participantes permiten reconocer cuáles eran las preocupaciones predominantes en cada momento histórico y cómo estas fueron modificándose en diálogo con los cambios curriculares y las políticas públicas.

Partiendo de estas consideraciones, el presente trabajo analiza los congresos de Educación Tecnológica realizados entre 2002 y 2018 como una fuente documental para reconstruir la evolución del campo disciplinar. Más que describir el desarrollo de cada evento, interesa identificar las continuidades y transformaciones presentes en los temas abordados, los enfoques conceptuales predominantes y las estrategias didácticas discutidas por la comunidad profesional. Esta perspectiva permite comprender los congresos no solo como ámbitos de actualización docente, sino también como espacios donde se produjo, circuló y legitimó parte del conocimiento que contribuyó a consolidar la Educación Tecnológica como disciplina escolar en Argentina.

Metodología de la investigación

La investigación se basó en la metodología cualitativa a partir del análisis de contenido de documentos, complementada con entrevistas a referentes destacados.

El análisis de contenido es una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto (Krippendorff, 1990).

Los documentos seleccionados para el análisis fueron las Memorias de los Encuentros y Congresos organizados por el Instituto Superior del Profesorado Tecnológico de la Ciudad de Córdoba (ISPT) y por la Asociación Provincial de Profesores de Educación Tecnológica de la Provincia de Chubut, entre los años 2002 y 2018.

Los datos surgen a partir de formas simbólicas enunciadas en los discursos de los conferencistas y panelistas que se presentan en los encuentros de profesores y docentes. Para realizar el análisis acerca de los enfoques que prevalecen en cada encuentro fue necesario definir categorías teóricas que nos permitieran poner en discusión y tensión los “sentidos comunes” que aparecían en los discursos de quienes participaron en estos congresos, poniéndolos a dialogar, para así construir nuevos sentidos. Finalmente, las entrevistas permitieron triangular la información obtenida a partir del análisis de contenido de los documentos y aportaron una perspectiva retrospectiva sobre los procesos de construcción de los congresos.

La evolución de la agenda de discusión de la Educación Tecnológica

El análisis conjunto de los programas de los congresos nacionales realizados en Córdoba y de los Encuentros Provinciales y Nacionales de Educación Tecnológica organizados en

Chubut entre 2002 y 2018 permite reconocer una evolución en las problemáticas que ocuparon a la comunidad académica y profesional de la disciplina. Lejos de constituir una sucesión de temas aislados, los programas evidencian un proceso de construcción colectiva del campo, en el que las preocupaciones fueron desplazándose a medida que la Educación Tecnológica consolidaba su lugar en el sistema educativo argentino.

Desde una perspectiva histórica, es posible identificar cuatro momentos predominantes en la agenda de discusión.

Período	Pregunta predominante	Principales ejes
2002-2003	¿Qué es la Educación Tecnológica?	Construcción de la identidad disciplinar; definición del objeto de estudio; currículum; formación docente; legitimación del espacio curricular.
2004-2008	¿Cómo enseñar Educación Tecnológica?	Didáctica específica; resolución de problemas; enfoque CTS; implementación de los NAP; experiencias de aula; estrategias de enseñanza.
2010-2014	¿Cómo consolidar la disciplina?	Formación docente continua; desarrollo curricular; filosofía de la tecnología; ciudadanía; evaluación; planificación; integración de tecnologías digitales.
2016-2018	¿Cómo comprender la tecnología en la sociedad contemporánea?	Sistemas sociotécnicos; robótica; programación; tecnologías digitales; pensamiento tecnológico; cultura tecnológica; tecnologías

		emergentes; secuencias didácticas; evaluación.
--	--	--

En un primer momento (2002-2003), las preocupaciones estuvieron orientadas principalmente a la construcción de la identidad disciplinar. Las conferencias y mesas de debate se concentraron en definir la especificidad de la Educación Tecnológica, discutir su objeto de estudio, justificar su incorporación al currículum escolar y reflexionar sobre la formación docente necesaria para sostener este nuevo espacio curricular. La pregunta que articula este período puede sintetizarse como: ¿qué es la Educación Tecnológica y cuál es su lugar en la escuela?

Un segundo momento (2004-2008) muestra un desplazamiento desde la legitimación del campo hacia las problemáticas de la enseñanza. La implementación de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP), el desarrollo de propuestas didácticas, la resolución de problemas tecnológicos, el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la socialización de experiencias de aula ocuparon un lugar central. En esta etapa la preocupación predominante deja de ser la definición de la disciplina para centrarse en la pregunta: ¿cómo enseñar Educación Tecnológica?

Durante un tercer momento (2010-2014), una vez consolidada la presencia curricular de la disciplina, la agenda incorpora nuevas discusiones vinculadas con su fortalecimiento académico y profesional. Los programas evidencian una creciente atención a la formación docente continua, el desarrollo curricular, la planificación, la evaluación, la filosofía de la tecnología, la ciudadanía y la integración de las tecnologías digitales en la enseñanza. La cuestión central ya no consiste únicamente en enseñar la disciplina, sino en consolidarla como campo de conocimiento y de formación docente.

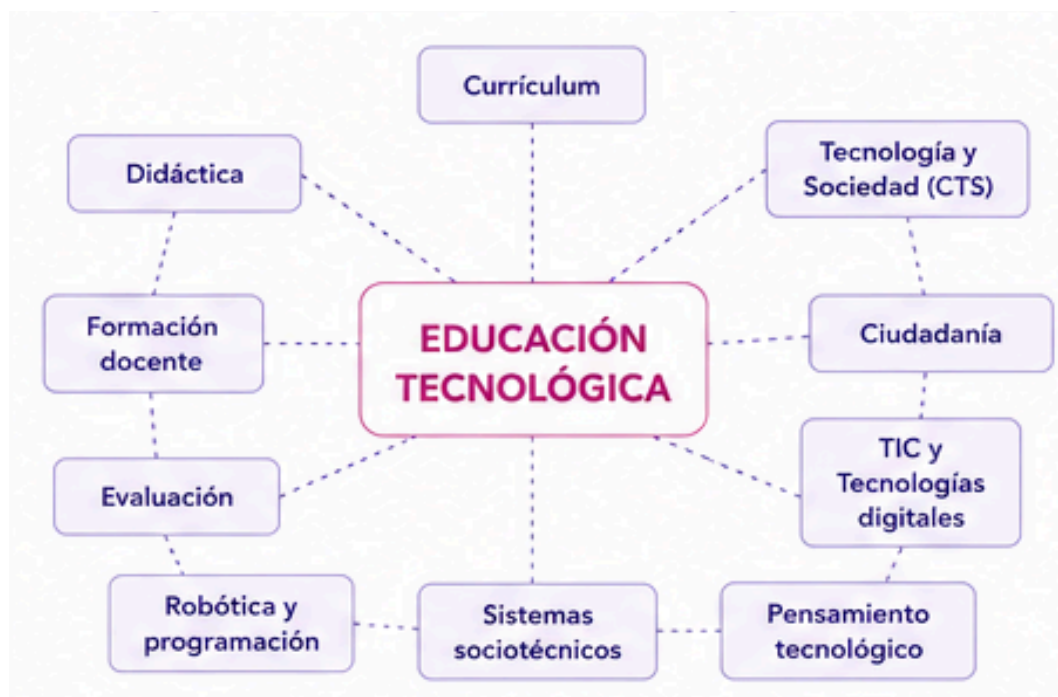
Finalmente, en un cuarto momento (2016-2018), la agenda comienza a dialogar con las transformaciones propias de la cultura tecnológica contemporánea. Cobran protagonismo los sistemas sociotécnicos, la robótica educativa, la programación, las tecnologías digitales emergentes, el pensamiento tecnológico, la evaluación y el diseño de secuencias didácticas para nuevos escenarios de enseñanza. La pregunta que atraviesa este período puede formularse como: ¿cómo comprender y enseñar la tecnología en una sociedad caracterizada por aceleradas transformaciones tecnológicas?

Evolución de la agenda de discusión (2002-2018)



Esta reconstrucción permite advertir que la evolución del campo no estuvo determinada únicamente por las reformas curriculares o las políticas educativas, sino también por un proceso sostenido de producción, circulación y debate de conocimientos desarrollado en congresos y encuentros académicos. Estos espacios funcionaron como ámbitos privilegiados para discutir fundamentos epistemológicos, construir consensos didácticos, intercambiar experiencias y elaborar respuestas colectivas frente a los desafíos que planteaban los cambios tecnológicos y educativos de cada período.

Red temática de los Congresos (2002-2018)



En este sentido, los congresos y encuentros analizados constituyen una fuente histórica de singular valor para comprender la institucionalización de la Educación Tecnológica en Argentina. A través de ellos es posible reconstruir la evolución de la agenda intelectual del campo: desde las discusiones sobre su identidad y legitimidad, pasando por la construcción de una didáctica específica y el fortalecimiento de la formación docente, hasta la incorporación de problemáticas asociadas con la cultura tecnológica contemporánea y las tecnologías emergentes.

Sobre las entrevistas de la investigación

El análisis de los programas de los congresos realizados en Córdoba y Chubut se complementó con entrevistas semiestructuradas a referentes que participaron en la organización y desarrollo de estos encuentros desde sus inicios. Las entrevistas fueron realizadas a integrantes de los equipos organizadores de ambas jurisdicciones y tuvieron como propósito reconstruir aspectos que no pueden recuperarse únicamente a partir de la documentación escrita, tales como los criterios de organización, las decisiones sobre las agendas temáticas, las tensiones institucionales y políticas que condicionaron su desarrollo y las intencionalidades que orientaron cada edición.

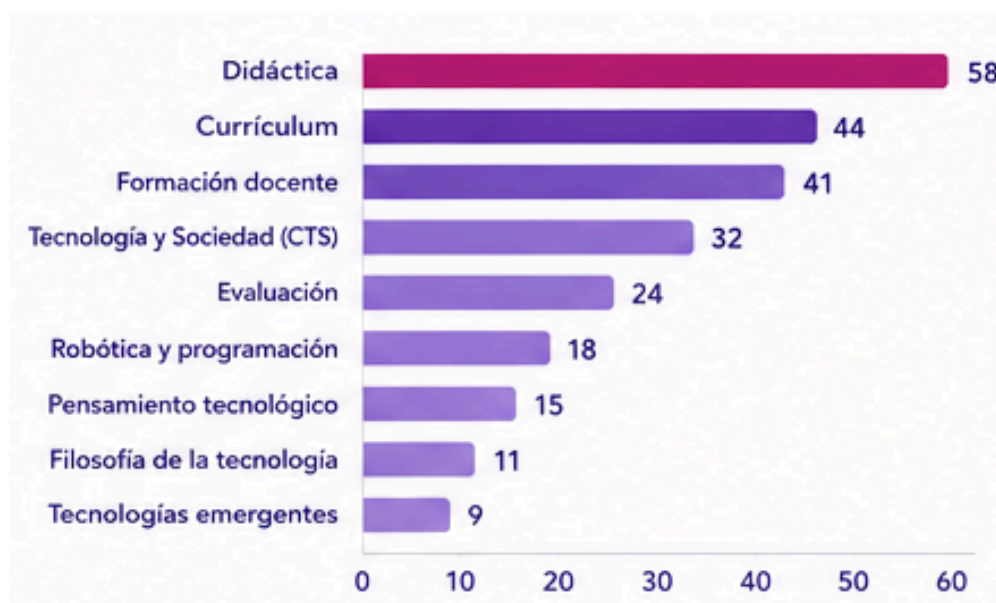
Las entrevistas permitieron triangular la información obtenida del análisis documental y aportar una perspectiva retrospectiva sobre los procesos de construcción de los congresos. Mientras los programas muestran qué actividades se realizaron y qué temas adquirieron visibilidad en cada momento, los relatos de sus organizadores permiten comprender por qué determinadas problemáticas ocuparon un lugar central, cómo fueron seleccionados los conferencistas y cuáles fueron las preocupaciones que guiaron las decisiones organizativas.

En el caso de Córdoba, las entrevistas muestran que los congresos surgieron como parte de una estrategia institucional vinculada a la creación del Profesorado de Educación Tecnológica en el Instituto Superior del Profesorado Tecnológico. La transformación del antiguo Profesorado en Disciplinas Industriales, las reformas de la Educación Superior y la necesidad de otorgar visibilidad a la nueva carrera impulsaron la organización de un espacio que permitiera debatir el sentido de la Educación Tecnológica y fortalecer la identidad del profesorado. Los entrevistados coinciden en señalar que los congresos fueron concebidos como un ámbito de intercambio entre colegas antes que como

instancias de transmisión de conocimientos consolidados, en un contexto caracterizado por la incertidumbre respecto de la consolidación de la nueva disciplina.

Asimismo, los testimonios evidencian que, si bien el propósito general de fortalecer la Educación Tecnológica permaneció constante, las agendas fueron modificándose en función de las necesidades del campo. Los primeros encuentros estuvieron orientados a conocer qué ocurría en las escuelas luego de la incorporación del espacio curricular, recuperar experiencias de enseñanza y responder a las dificultades derivadas de la escasa formación específica de los docentes. Posteriormente, las preocupaciones comenzaron a desplazarse hacia cuestiones didácticas, curriculares, epistemológicas y, más recientemente, hacia los aportes de otros campos de conocimiento, como la filosofía de la tecnología, los estudios sociales de la tecnología y las tecnologías digitales.

Frecuencia de grandes ejes temáticos en los programas (2002-2018)



Las entrevistas también ponen de manifiesto que la organización de los congresos estuvo fuertemente condicionada por las políticas educativas nacionales y provinciales. Las decisiones sobre los ejes temáticos, la selección de especialistas invitados e incluso la continuidad de los encuentros respondieron, en gran medida, a los cambios producidos en las políticas de formación docente, en los diseños curriculares y en las disputas por el reconocimiento institucional de la Educación Tecnológica. Desde la perspectiva de los/as organizadores/as, los congresos constituyen, además, una estrategia permanente para

visibilizar el profesorado y sostener la presencia de la disciplina frente a sucesivas reformas educativas.

En Chubut, el origen de los encuentros respondió a una problemática diferente. Según el referente entrevistado, la iniciativa surgió en 2008 como una acción colectiva destinada a enfrentar intentos de exclusión de la Educación Tecnológica de los planes de estudio provinciales. En este caso, los encuentros adquirieron desde sus inicios una función de defensa y legitimación del espacio curricular, procurando visibilizar la importancia de la formación tecnológica dentro de la educación obligatoria.

Una vez superadas las primeras disputas vinculadas con la permanencia del área en el currículo, las agendas comenzaron a orientarse hacia otras problemáticas. Los testimonios destacan la preocupación por la ausencia de profesorados específicos, la escasa formación de los docentes que se desempeñaban en el área y la necesidad de precisar el marco disciplinar que sustentaba la enseñanza. En este contexto, los encuentros promovieron el análisis de los conceptos y capacidades presentes en los diseños curriculares, aunque los debates más controversiales se desarrollaban, según el entrevistado, en espacios de trabajo más reducidos como los talleres, evitando trasladar discusiones conceptuales complejas a las conferencias plenarias, donde participaban docentes, estudiantes y autoridades educativas.

Matriz de evaluación temática

Presencia relativa de ejes en cada período

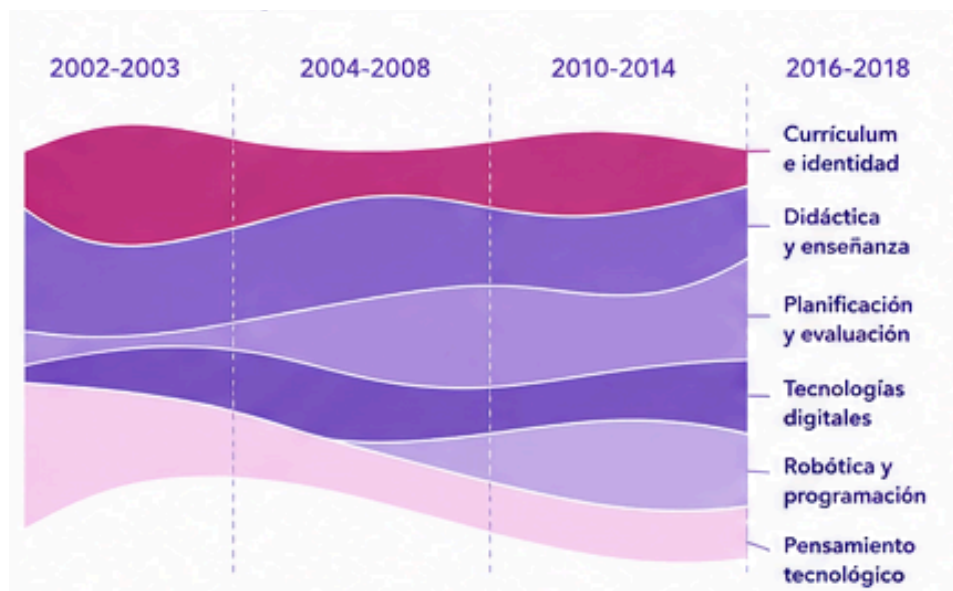
Eje temático	2002-2003	2004-2008	2010-2014	2016-2018
Identidad disciplinar	●	○	○	○
Currículum	●	●	●	●
Didáctica	○	●	●	●
CTS	○	●	●	●
Formación docente	●	●	●	●
Evaluación	○	○	●	●
Robótica y programación				●
Tecnologías emergentes				●

● Presencia alta ○ Presencia baja o incipiente

Otro aspecto que emerge con claridad en las entrevistas es la preocupación compartida por fortalecer la investigación en Educación Tecnológica. Tanto en Córdoba como en Chubut se reconoce la necesidad de sistematizar experiencias de enseñanza, producir investigaciones sobre las prácticas docentes y ampliar el diálogo con disciplinas que aportan al marco de referencia de la Educación Tecnológica. En ambos casos, la incorporación progresiva de especialistas provenientes de la filosofía de la tecnología, los estudios sociales de la tecnología y otros campos afines fue entendida como una estrategia para enriquecer el debate disciplinar y ampliar los fundamentos teóricos del área.

Esta reconstrucción resulta consistente con la información obtenida mediante el análisis de los programas y memorias. Lejos de constituir una sucesión de actividades aisladas, los congresos reflejan la evolución de las preocupaciones académicas, profesionales e institucionales de la comunidad de Educación Tecnológica. Más que registrar temas recurrentes, permiten reconstruir las transformaciones del propio campo disciplinar, mostrando cómo las preguntas iniciales sobre la incorporación de la disciplina fueron dando lugar a discusiones sobre la enseñanza, el currículo, la investigación, la formación docente y los marcos conceptuales que sustentan el área.

Evolución de los talleres según foco temático dominante



En consecuencia, los congresos no sólo fueron encuentros de intercambio sino que se conformaron como dispositivos de producción de conocimiento, construcción de

consensos y legitimación profesional. Su análisis, complementado con los testimonios de quienes participaron en su organización, permite reconstruir la historia reciente de la Educación Tecnológica desde una perspectiva que integra tanto la dimensión documental como las experiencias y decisiones de los actores involucrados en su desarrollo.

Conclusión

La Educación Tecnológica comenzó a configurarse como un espacio de permanente discusión epistemológica y didáctica. Más que aplicar un modelo previamente definido, la comunidad profesional fue construyendo progresivamente consensos acerca del objeto de estudio, las categorías conceptuales y las estrategias de enseñanza que debían orientar la formación de los estudiantes.

En ese escenario los congresos adquirieron importancia. Allí comenzaron a circular las primeras producciones académicas, las experiencias desarrolladas en las escuelas, los resultados de investigaciones y las discusiones impulsadas por especialistas. Los encuentros se constituyeron en un ámbito donde las prescripciones curriculares dialogaban con las prácticas docentes y donde las preocupaciones de los profesores encontraban un espacio de reflexión.

Desde esta perspectiva, los congresos pueden ser entendidos como espacios de mediación entre las políticas curriculares y las prácticas de enseñanza. Las reformas educativas establecen orientaciones generales sobre los propósitos, contenidos y enfoques de una disciplina; sin embargo, su implementación supone procesos de interpretación y adaptación por parte de los docentes. Los encuentros profesionales favorecen precisamente esa apropiación, al ofrecer oportunidades para discutir los alcances de las prescripciones curriculares, compartir experiencias de aula y elaborar respuestas colectivas frente a los desafíos que plantea la enseñanza.

Comprender la evolución de los debates planteados en los congresos permitió reconocer que la consolidación de la Educación Tecnológica no fue el resultado exclusivo de las decisiones ministeriales ni de los documentos oficiales. También fue consecuencia del trabajo sostenido de una comunidad profesional que, durante más de dos décadas, construyó conocimientos, compartió experiencias y generó debates acerca del sentido de enseñar tecnología en la educación obligatoria.

Referencias bibliográficas

- Chervel, A. (1991). Historia de las disciplinas escolares. Reflexiones sobre un campo de investigación. *Revista de Educación* (295), 59-111.
- Goodson, I. F. (1995). *Historia del Currículum. La construcción social de las disciplinas escolares*. Pomares- Corredor.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Paidós.
- Orta Klein, S; Richar, D; Casas, M y León, M. (2022). *Impacto de los procesos de definición de los contenidos de Educación Tecnológica, en el marco de la Política Pública de Argentina*. FHAyCS, UADER.

5.18. LAS REPRESENTACIONES INFANTILES SOBRE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Juan Carlos Pintos⁶⁷

Resumen

Este estudio analiza cómo niños de primaria construyen Modelos Interpretativos y Explicativos de la Realidad Tecnológica (MIERT), estructuras cognitivas dinámicas que permiten representar, comprender y predecir el mundo artificial mediante simulaciones internas. Conocer estos modelos resulta imperativo pedagógico, pues conforman la base sobre la cual el aprendiz integra nueva información, guiando al docente en el diseño de intervenciones efectivas.

Nuestras investigaciones muestran que en los primeros grados, los niños priorizan materia prima y acciones manuales simples, modelizando la técnica como ritual doméstico-familiar, donde flujos de energía e información quedan invisibilizados. En grados superiores, los MIERT incorporan energía como flujo transformador y reconocen la delegación en máquinas industriales que sustituyen al artesano, exhibiendo coherencia lógica interna, pero con incorrecciones técnicas al extrapolar métodos caseros a sistemas complejos, hasta que la intervención docente provoca conflictos cognitivos liberadores.

El docente se propone como mediador clave: releva manifestaciones infantiles para interpretar reestructuraciones cognitivas, transformando preconceptos estables en motores de aprendizaje significativo, superando reduccionismos digitales y así poder realizar una planificación en consecuencia a esos MIERT de los que dan cuenta los niños.

Palabras clave: MIERT, modelos mentales, educación tecnológica, procesos productivos, didáctica de la tecnología.

Introducción

⁶⁷ Doctor en Psicología (UNINI), especializado en Psicología Social y Comunitaria. Mi trayectoria integra la academia, la investigación aplicada y la comunicación del conocimiento. Actualmente, soy Profesor Adjunto en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) e investigador en el Centro de Estudios e Investigación en Educación (CEIE), participando en proyectos sobre plataformas interactivas y enseñanza multirreferenciada. Me desempeño como Consultor y Director de tesis doctorales para la Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI).

Con más de treinta años de experiencia en formación superior y con una larga trayectoria en la Formación Docente del Ministerio de Educación de Río Negro, mi enfoque integra psicología, educación y tecnología. Esta visión interdisciplinaria me permite liderar procesos de formación doctoral e impulsar la innovación educativa desde la investigación y la labor editorial.

jcpintos@unrn.edu.ar. <https://orcid.org/0000-0001-9497-9675>

El estudio de la tecnología en el ámbito educativo ha sufrido históricamente y continúa, al menos en la mirada general que construye la sociedad, una reducción semántica que la vincula casi exclusivamente con la digitalización y, más recientemente, con la omnipresencia de la inteligencia artificial (Miao et al., 2021; UNESCO, 2024). Sin embargo, desde nuestra perspectiva, la tecnología constituye una dimensión fundamental de la cultura humana que permite al sujeto trascender su condición biológica mediante la reflexión sobre la acción técnica (Pintos, 2010; Rayón Rumayor, 2017; Marpegán y Ulloque, 2023; Leliwa y Salguero, 2023; Leliwa, 2024). La comprensión de cómo los niños y niñas de nivel primario construyen modelos para aprender (Vega Encabo, 2005; Novoa Echaurren, 2018; De Barros Camargo y Hernández Fernández, 2018) y en nuestro caso sobre los procesos de producción no es solo un *imperativo* pedagógico para la alfabetización técnica, sino una ventana hacia el funcionamiento de las estructuras cognitivas que organizan la realidad artificial. El presente artículo retoma una investigación exhaustiva (Marchisio y Pintos, 2003) que definía y justificaba a los Modelos Interpretativos y Explicativos de la Realidad Tecnológica (MIERT), analizando su sentido, y las implicancias didácticas para el docente sobre el conocer los procesos mentales y metodológicos que subyacen a esta construcción del conocimiento.

La tecnología debe ser entendida como la práctica humana que da origen al mundo artificial, implicando una reflexión constante sobre las acciones y sus consecuencias en la vida cotidiana (Esparza Parga y Rubio Barrios, 2016). Según perspectivas clásicas, la tecnología no se limita a la fabricación de objetos, sino que abarca el conjunto de representaciones mentales que permiten concebirlos, fabricarlos y manejarlos con intencionalidad (Buch, 1999; Quintanilla, 1988). Esta distinción es crucial para la educación primaria (Montenegro, 2011; Gómez & Álvarez, 2020), donde a menudo se confunde el uso de dispositivos con la comprensión de los sistemas técnicos. La técnica humana es consciente, voluntaria y creativa; se aprende y se mejora, lo que la separa de la coacción instintiva de otras especies (Sanchis Matoses, 2014; Mejía Rendón, 2025).

En el marco de la psicología cognitiva, la construcción de este conocimiento se explica a través de las representaciones mentales (Díaz, Gimeno, y Nappa, 2011; Johnson-Laird, 1987; Rodríguez Palmero, Marrero Acosta y Moreira, 2001; Portillo González, 2015). Estas estructuras permiten otorgar sentido al entorno y se organizan en modelos que el sujeto utiliza para interactuar con la realidad. La realidad tecnológica se conforma, según la perspectiva sistémica de Quintanilla avalada por Bunge (2017), como un entramado

que trasciende al objeto material. Si bien esta realidad puede subdividirse en dimensiones afectivas, sociales e institucionales, su núcleo reside en los procesos de producción. Estos se definen como secuencias de acciones orientadas a la transformación (Quintanilla, 2017, p. 47), que articulan un subsistema material y uno intencional —gestión y ejecución— (p. 86-88) para permitir el transporte o almacenamiento de materia, energía (p. 26) e información (p. 30). Bajo esta óptica, el desafío para el docente (Bello Garcés, 2004) radica en identificar los 'modelos mentales' con los que sus alumnos interpretan este mundo artificial, asumiendo que la enseñanza efectiva requiere comprender previamente los saberes del aprendiz para intervenir de manera situada.

El concepto de MIERT y la modelización de la realidad

El Modelo Interpretativo y Explicativo de la Realidad Tecnológica (MIERT) se define como una construcción personal y social mediante la cual el individuo estructura su saber a medida que integra nueva información (Marchisio y Pintos, 2003). Esta estructura no es una copia pasiva, sino una representación dinámica —un 'puente epistemológico'— que surge del interjuego entre la situación actual y la deseada al planificar una tarea. Como postula Arbeláez Gómez (2002), el modelo permite explicar, comprender y predecir el mundo artificial; es una simulación interna que orienta la acción cotidiana desde el nacimiento, complejizándose a medida que el sujeto interactúa con los objetos. Los MIERT operan como esquemas estables y resistentes al cambio. Su eficacia reside en su coherencia interna: si el modelo es lógicamente sólido para el sujeto (aunque técnicamente incorrecto), se mantendrá estable hasta que una intervención didáctica provoque un conflicto cognitivo. En este punto, el MIERT puede actuar en dos vertientes: como un obstáculo, si el sujeto fuerza explicaciones para salvar su modelo previo ante la falla, o como un motor de aprendizaje significativo, si la realidad devuelve una respuesta que obliga a la reestructuración profunda de la estructura cognitiva.

Análisis del ejemplo “si pego dos maderitas con plasticola se unirán”

1. La Coherencia Interna (El mundo del sujeto)

El modelo es coherente porque sigue un silogismo lógico:

- Premisa A: La plasticola es un pegamento.
- Premisa B: Los pegamentos sirven para unir materiales.

- Conclusión: La plasticola unirá las maderas. Para el niño, su modelo no tiene fisuras. Hay una lógica de acción (medio-fin) que es estable. Esta "coherencia" es lo que hace que el MIERT sea resistente al cambio: el niño no ve motivos para dudar de su plan hasta que lo ejecuta.

2. La Incorrección Técnica (El mundo de la realidad)

Aquí es donde el ejemplo brilla para el docente de Tecnología. El modelo es "incorrecto" no porque el niño sea "incapaz", sino porque su MIERT aún no integra variables críticas de la Realidad Tecnológica:

- Propiedades de los materiales: La madera es porosa y rígida.
- Esfuerzos mecánicos: Las uniones en madera suelen estar sometidas a tensiones que la plasticola escolar (con alto contenido de agua y baja resistencia residual) no puede soportar.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

El texto dice que si una respuesta es incoherente y se sostiene, es un obstáculo.

- El obstáculo: Si el niño pega las maderas, se despegan, y él dice "se despegaron porque puse poca plasticola" o "porque no apreté fuerte", está forzando una explicación para salvar su modelo previo. Ahí el MIERT se vuelve un obstáculo para aprender sobre adhesivos específicos.
- El aprendizaje significativo: Ocurre cuando el docente aprovecha ese "fallo" de la realidad para que el alumno diga: "Mi idea era lógica, pero el material se comporta de otra forma". Solo allí se reestructura el modelo.

La construcción del conocimiento técnico

La indagación de los Modelos Interpretativos y Explicativos de la Realidad Tecnológica (MIERT) exige una mirada clínica que reconozca en el niño a un sujeto activo, capaz de producir teorías originales para explicar el funcionamiento del mundo artificial. Bajo esta premisa, el análisis se organiza en tres dimensiones que permiten decodificar la "psicogénesis" del pensamiento técnico: la coherencia interna, que rescata la lógica propia y los silogismos que dotan de sentido a la acción infantil ; la incorrección técnica, que identifica la brecha entre las hipótesis del sujeto y las propiedades físicas de la materia ; y el papel del modelo como obstáculo o motor, donde la intervención docente

busca transformar la falla de la realidad en un conflicto cognitivo que movilice el aprendizaje profundo.

A continuación, analizamos la entrevista realizada a Javier (9 años, 5to grado), quien se encuentra estudiando los circuitos productivos. El diálogo gira en torno a la producción de un objeto cotidiano: las bombillas para tomar mate.



Figura 1. Evidencia empírica para el análisis de los MIERT: bombilla de plástico y de metal.

Registro de Entrevista: El caso de Javier (9 años)

Entrevistador (E)	Niño (N)
¿Qué son?	Esta es una bombilla y está también (señala la de metal).
¿Cómo te parece que se construyó ésta? (la de plástico)	Esta con plástico.
Pero no te pregunto con qué, sino cómo se construyó.	Me parece que agarrás un plástico, le hacías esto así (señala la boquilla), después agarrás otro plástico, lo doblás así (por el colador) y le hacías los agujeritos.
¿Y esta de metal?	Agarrás un metal así lo doblabas y le hacías los agujeritos.
¿Igual que la de plástico?	Sí.
¿Y qué máquina hace eso? ¿Con qué herramienta harías eso?	Y... con martillo en la de metal.
¿Y en la de plástico?	También con un martillo. En las dos con el martillo.

¿Y los agujeritos con qué los harías en ésta? (por la de plástico)	En ésta (señala la de plástico) con un cuchillo.
¿Y en la de metal?	También con un cuchillo.
¿Cómo harías vos para fabricarla? (Las desarmo y muestro las partes que la forman).	Primero agarraría un plástico lo martillaría con el martillo (para dar la forma de la boquilla), después le hago los agujeritos con el cuchillo.
¿Si tuvieras que fabricar ésta? (señalo la de metal)	Haría lo mismo.
Si yo te doy a elegir ¿Cuál usarías vos?	La de metal. Me gusta más.

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto)

El modelo de Javier es coherente porque sigue un silogismo lógico basado en la forma del objeto, ignorando la naturaleza de la materia:

- Premisa A: la bombilla de plástico y la de metal tienen la misma forma y función.
- Premisa B: los cambios de forma se logran golpeando (martillo) y los agujeros se logran perforando (cuchillo).
- Conclusión: por lo tanto, ambas se fabrican con martillo y cuchillo.

Para Javier, su modelo es "cerrado" y no tiene fisuras. En su lógica de acción, el martillo es la herramienta universal para "dar forma" y el cuchillo para "hacer huecos". Al no haber experimentado la resistencia real de estos materiales en un contexto de fabricación, su plan de acción es totalmente estable y resistente al cambio.

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad)

El modelo de Javier es "incorrecto" porque su MIERT aún no integra variables críticas de la Realidad Tecnológica y la ciencia de los materiales:

- Propiedades de los materiales: Javier no distingue entre la ductilidad del metal (que permite ser deformado sin romperse) y la fragilidad o termoplasticidad del plástico. No considera la dureza; cree que un cuchillo de cocina puede vencer la resistencia mecánica del metal.
- Procesos de transformación: ignora que el plástico suele transformarse mediante calor y moldes (inyección), y que el metal requiere procesos de

estampado o mecanizado industrial. Su modelo simplifica la realidad técnica a una escala doméstica manual.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

La entrevista revela cómo el modelo de Javier puede estancarse o evolucionar según la intervención docente:

- El obstáculo: si Javier intentara fabricar la bombilla de metal y, al no poder hacer los agujeros con el cuchillo, dijera "es que este cuchillo no tiene filo" o "es que este metal es muy grueso, pero con otro metal se podría", estaría forzando explicaciones para salvar su modelo previo. El MIERT se vuelve un obstáculo porque le impide ver que el problema es la elección de la técnica/herramienta para ese material específico.
- El aprendizaje significativo: ocurre cuando el docente le ofrece el material y la herramienta. Al ver que el martillo fractura el plástico (en lugar de darle forma de boquilla) y que el cuchillo ni siquiera marca el metal, Javier sufre un conflicto cognitivo. La realidad le devuelve una respuesta que no encaja en su lógica. Ese "fallo" es el motor para que su estructura cognitiva se complejice e incorpore nuevos conceptos: dureza, tenacidad y especificidad de las herramientas.

En la educación tecnológica, estos modelos se activan cuando el alumno se enfrenta a la transformación de materiales. Un niño puede creer que el metal y el plástico se trabajan con las mismas herramientas (como el martillo), proyectando técnicas conocidas de su entorno doméstico sobre materiales cuyas propiedades físicas desconoce. Esta desconexión entre la acción técnica y la propiedad del material es un rasgo característico de los modelos iniciales en el primer ciclo de primaria.

La psicología cognitiva contemporánea proporciona el marco teórico esencial para comprender la arquitectura del conocimiento técnico, analizando la transición desde la percepción sensorial hasta la ejecución de procesos de razonamiento lógico complejo. De acuerdo con García-García (2019), el aprendizaje técnico no es una acumulación pasiva de datos, sino un proceso de organización y reconocimiento de información donde el sujeto transforma los estímulos sensoriales en conocimiento funcional mediante la interacción de diferentes sistemas de memoria.

En el ámbito de la formación técnica, este proceso se ve condicionado por la capacidad de procesamiento del individuo. La teoría de la carga cognitiva, aplicada al diseño

instruccional, postula que el aprendizaje es más efectivo cuando se gestionan correctamente los recursos mentales para evitar la saturación de la memoria de trabajo (Torres-Gordillo & Perera-Rodríguez, 2021). Bajo esta perspectiva, el acto de conocer implica una codificación estratégica que permite al operario organizar la información para su posterior recuperación en entornos de producción.

Finalmente, la capacidad de predicción técnica se fundamenta en el procesamiento activo de la información. Como señala Mayer (2020), la integración de modelos mentales permite que el sujeto anticipe las consecuencias de una acción técnica basándose en la recuperación de experiencias similares previas. Así, el conocimiento técnico se manifiesta como una competencia que faculta al trabajador para prever resultados y resolver problemas complejos mediante una estructura cognitiva organizada y flexible.

Procesos mentales en el aprendizaje de la técnica

La teoría de los modelos mentales, desarrollada principalmente por Johnson-Laird (1983) y fundamentada en las nociones de representación de Wittgenstein, sostiene que las personas comprenden los fenómenos mediante la construcción de simulaciones internas de los mismos. Si bien Ludwig Wittgenstein no formuló una teoría cognitiva, sus nociones expuestas en el *Tractatus Logico-Philosophicus* (1921/2017) constituyen un antecedente filosófico directo: el autor postula que "nos hacemos figuras de los hechos" (proposición 2.1), que "la figura es un modelo de la realidad" (proposición 2.12) y que, por tanto, "la proposición es un modelo de la realidad tal como la imaginamos" (proposición 4.01).

Un modelo mental es la construcción de una representación interna que actúa como un "puente epistemológico" entre el sujeto y el mundo exterior (véase Marpegán, 2021, p. 212). Esta representación se rige por dos modalidades de correspondencia:

- **Isomorfismo Estructural:** Se produce cuando existe una relación biunívoca y "punto por punto" entre los componentes del modelo y el sistema real. En este estado, el modelo mental replica con exactitud la arquitectura del objeto, permitiendo un análisis exhaustivo de su forma y composición física.
- **Homomorfismo Operacional:** Se manifiesta como una representación simplificada que, si bien omite detalles accesorios, preserva las relaciones lógicas y funcionales esenciales (como el flujo, la regulación o la realimentación). Su valor es predominantemente didáctico y práctico, ya que

facilita la operatividad del sujeto al centrarse en los principios generales que rigen el sistema.

Bajo esta óptica, el aprendizaje de la técnica no consiste solo en memorizar objetos, sino en identificar isomorfismos —principios básicos comunes— en entidades aparentemente distintas. Así, el modelo mental del estudiante se desplaza de la "forma física" hacia la "unidad funcional": comprende que una válvula, un interruptor o un diodo son isomorfos entre sí porque todos operan como una "unidad de cierre" en sus respectivos circuitos. En definitiva, el isomorfismo transforma el modelo mental en una herramienta capaz de decodificar la complejidad del mundo artificial mediante analogías estructurales y dinámicas.

A diferencia de los esquemas, entendidos como estructuras de conocimiento relativamente estables almacenadas en la memoria de largo plazo, los modelos mentales son construcciones dinámicas y situadas que se generan en la memoria de trabajo para resolver problemas específicos o interpretar situaciones técnicas inéditas (Johnson-Laird, 2013; Khemlani et al., 2018). En el ámbito de la educación tecnológica, esta capacidad de simulación interna es lo que permite al estudiante anticipar las consecuencias de una acción técnica y resolver problemas complejos mediante una estructura cognitiva organizada y flexible.

Atributo	Esquema Cognitivo	Modelo Mental (MIERT)
Naturaleza	Estructura de conocimiento a largo plazo.	Representación dinámica y contextual.
Función	Categorización y almacenamiento de datos.	Simulación, predicción y resolución.
Estabilidad	Alta; se modifica lentamente con la experiencia.	Flexible, se adapta durante la tarea.
Origen	Experiencia acumulada y cultura.	Interacción directa con el problema técnico.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre esquema cognitivo y modelos mentales de la realidad tecnológica

Desde una perspectiva de la cognición situada y motivacional, el pensamiento técnico funciona como un precursor directo de la acción. La conducta del estudiante en entornos de taller o laboratorios tecnológicos no es una respuesta instintiva, sino una actividad mediada por procesos de autorregulación y planificación cognitiva (Schunk & DiBenedetto, 2020). Cuando un alumno planifica la construcción de un objeto, manipula símbolos que representan propiedades físicas y funcionales de la realidad. Si estos modelos mentales son precisos y permiten una simulación mental coherente, el procesamiento de la información derivará en una solución técnica exitosa y una ejecución motriz precisa.

El aprendizaje de los procesos de producción involucra mecanismos cognitivos críticos que operan de forma sistémica. En primer lugar, la percepción actúa como un filtro selectivo que permite al sujeto centrar la atención en los rasgos más salientes de una máquina o herramienta, evitando la saturación por estímulos irrelevantes. En este sentido, y retomando la gestión de los recursos mentales mencionada anteriormente, Sweller (2024) postula que la eficiencia en este proceso depende de la gestión de la memoria de trabajo, la cual sostiene temporalmente las representaciones de los pasos secuenciales necesarios para la ejecución técnica. Dado que esta memoria tiene una capacidad limitada, el aprendizaje técnico requiere la automatización de esquemas para liberar recursos cognitivos.

En segundo lugar, la metacognición cumple un rol regulador fundamental cuando el alumno evalúa en tiempo real si su plan de acción es efectivo o si debe modificar la técnica empleada ante un imprevisto (Schunk & DiBenedetto, 2020). Este proceso de autorregulación transforma la práctica mecánica en una experiencia de aprendizaje consciente.

Finalmente, el conocimiento técnico no se adquiere de forma lineal. Como proponen los enfoques de la flexibilidad cognitiva, el ingreso a una cultura experimental compleja requiere una desnaturalización de las ideas previas o preconceptos del sentido común (García-García, 2019). Este cambio conceptual es indispensable para que el estudiante transicione desde un conocimiento intuitivo hacia un saber técnico-científico riguroso, permitiendo la resolución de problemas en entornos productivos dinámicos.

Del MIERT a la construcción del saber tecnológico: metodología de la investigación

Para indagar en los MIERT de los niños, se adoptó un enfoque cualitativo-cuantitativo con una lógica inductiva. La investigación se propuso desentrañar el significado de los hechos para los actores involucrados, utilizando el lenguaje expresivo y el análisis de producciones concretas para acceder a las estructuras subyacentes.

El estudio se realizó en escuelas primarias de El Bolsón, Río Negro. Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado para garantizar la representatividad de la población escolar, que consistía en 561 estudiantes distribuidos en 12 escuelas. Para determinar la cantidad de escuelas a investigar, se aplicaron fórmulas estadísticas de confiabilidad y error.

La determinación del tamaño de la muestra real se realizó mediante las siguientes expresiones:

1. $(1) n_0 = (z / \epsilon)^2 p q$ (Muestra teórica)
2. $(2) n = n_0 / (1 + n_0 / N)$ (Muestra real ajustada a la población)

Donde $z = 1,96$ (95% de confianza), $\epsilon = 0,05$ (error del 5%), $q = 0,08$ y $p = 0,92$. Tras el cálculo, se determinó que una muestra de 101 estudiantes era suficiente para representar los estratos de primer y segundo ciclo de las escuelas seleccionadas (Escuela 139 y Escuela 140).

Ciclo	Escuela 139	Escuela 140	Total Muestra
Primer Ciclo (1°, 2°, 3°)	9	32	41
Segundo Ciclo (4°, 5°, 6°, 7°)	15	45	60
Total	24	77	101

Tabla 2. Valores de la muestra objeto de estudio. La distribución respeta la proporcionalidad de matrícula de cada escuela y ciclo respecto al universo ($N=561$), garantizando representatividad estadística.

El instrumento principal fue un test diseñado para activar ideas sobre los procesos de producción a través de un ejemplo cotidiano: la elaboración de galletitas. El test evaluaba la capacidad de identificar insumos (materia, energía, información), el desarrollo de procedimientos paso a paso, la diferenciación de medios técnicos y el reconocimiento del entorno de producción.

El análisis cualitativo implicó una desnaturalización de la base empírica obtenida, estableciendo categorías conceptuales que permitieran comprender los MIERT de los sujetos. Cuantitativamente, se midió la frecuencia de aparición de indicadores específicos como la mención de energía, el uso de diagramas de bloques y la asociación de productos con entornos industriales. Este abordaje permitió realizar una triangulación entre los hechos registrados, los aportes teóricos de otros autores y el contexto socio-cultural de la muestra.

Análisis de resultados: evolución de los modelos en el nivel primario

Los datos recolectados evidencian una clara transición evolutiva en la complejidad de los modelos mentales entre el primer y segundo ciclo de la escuela primaria. Esta evolución no solo se refleja en la cantidad de información que manejan los niños, sino en la estructura cualitativa de sus explicaciones sobre cómo funciona el mundo artificial.

La percepción de los insumos: materia, energía e información

Primer ciclo

En el primer ciclo, el modelo predominante está vinculado a la materia. El 80,5% de los niños de primer ciclo considera únicamente a la materia prima como el insumo fundamental para la producción. Para ellos, hacer galletitas es simplemente mezclar ingredientes. La energía necesaria (el calor del fuego) y la información (la receta) son invisibles o no forman parte de su representación técnica consciente.

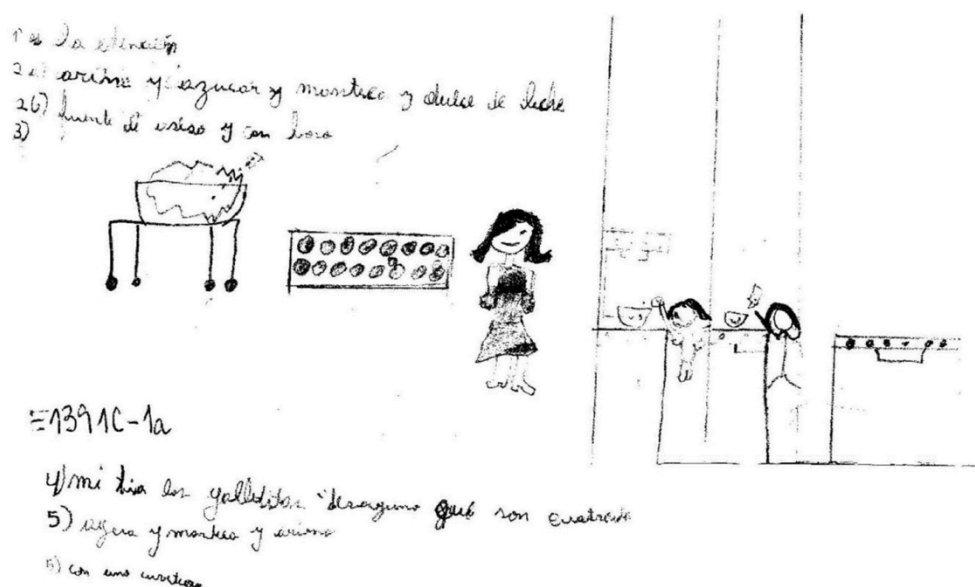


Figura 2. Primer ciclo. El modelo predominante está vinculado a considerar prioritariamente a la materia necesaria para la producción (Patrón observado en el 80,5% del primer ciclo). *Test E1391c_1a*

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto)

El modelo de este niño es coherente porque estructura la producción tecnológica como una lista de ingredientes acumulativos y una presencia humana central.

- Premisa A: para fabricar algo (galletitas) se necesita una lista de elementos: "harina y azúcar, manteca y dulce de leche".
- Premisa B: la transformación es un acto familiar y personal. La mención a "mi tía" y el dibujo de figuras humanas junto a la mesa refuerzan que, en su modelo, la tecnología es una extensión de la acción doméstica.
- Conclusión: si tengo los ingredientes y a las personas trabajando en la mesa, el objeto aparece.

Su modelo no tiene fisuras porque para un niño de primer ciclo, el "cómo" sucede la magia de la cocción es secundario frente al "qué" se le pone y "quién" lo hace. Es un modelo basado en la presencia y la mezcla, es isomorfo a su experiencia cotidiana (replica lo que ve en su hogar).

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad)

Aquí la "incorrección" está ligada a la simplificación homomórfica (un modelo que preserva lo funcional pero omite lo sistémico):

- Indiferenciación entre mezcla y proceso de transformación: el modelo es lineal pero se detiene en la mesa de trabajo (el "ensamblaje" de ingredientes). Aunque el dibujo incluye un horno, este no aparece en el relato como un operador de transformación. El sujeto identifica la *mezcla* (unión física), pero no el *proceso* (no considera el cambio químico). No hay distinción entre el "estado inicial" (insumos) y el "estado final" (producto) mediado por una variable fisicoquímica.
- Técnica Incipiente: la técnica es apenas un "paso a paso" de adición de materiales. No hay noción de variables de proceso (tiempo, temperatura, proporciones exactas). El uso de herramientas (como la "cuchara" mencionada al final) es visto como un objeto de apoyo, no como un medio de transformación técnica compleja.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

- El obstáculo: El MIERT de este niño/a está muy pegado al insumo. Si se le presenta una galletita industrial, su obstáculo será creer que "es lo mismo que hace mi tía pero en una mesa más grande". Le costará entender la tecnología como un sistema (donde hay máquinas, flujos de energía y controles) porque su modelo está "anclado" en el material y el sujeto.
- El motor: El dibujo de la derecha (donde se ve el horno y una bandeja) es el motor potencial. El docente puede usar esa imagen para generar el conflicto cognitivo: "¿Qué le pasa a la harina y la manteca cuando entran a horno?" o "¿Por qué si mezclamos todo no se puede volver a separar?".

Segundo ciclo

En el segundo ciclo, se observa un cambio significativo. Aunque el 50% sigue centrado en la materia, un 40% ya integra la energía como un flujo necesario para la transformación. Sin embargo, la información sigue siendo el componente más difícil de conceptualizar, apareciendo solo en el 1,7% de los casos. Esto sugiere que la dimensión del control y la planificación, que es puramente informativa, no está siendo suficientemente trabajada en el aula.

relo. 5^{ta} grado

A) Un palo de amasar - harina levadura - agua - azúcar - huevo
 B) ya lo avia de rellenar de queso - o de chocolate - o de limon
 C) primero se pone la harina levadura - luego se le pone los huevos luego la levadura
 luego se le agrega azúcar y después el agua después se ponen los ingredientes
 se amasa luego se ponen al horno para que se cocinen
 D) las galletitas no son azucar por panaderia sino las maquinas de las galletas
 E) se mueren - azuca - levadura - agua - sal y aceite -
 F) las maquinas tienen masa echada que para por una rueda que para por un
 horno caliente y salen por detrás de la maquina listas

E1392C-6

Figura 3. El modelo incluye los pasos y los insumos. Algo de energía necesaria al considerarla para la producción de las galletitas: "se ponen al horno para que se cocinen". Test E1392c_6

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto)

Sebastián presenta un modelo coherente porque logra separar la planificación de los recursos de la ejecución de la tarea.

- Punto A: su modelo identifica que la transformación requiere tanto insumos (harina, levadura, agua) como una herramienta específica de fuerza manual ("un palo de amasar").
- Punto B: demuestra una capacidad de abstracción al entender que el "núcleo" del proceso es el mismo, aunque cambie el atributo final o "relleno" (coco, chocolate, limón).
- Punto C: el silogismo lógico de su MIERT es: "Para que los ingredientes se conviertan en producto, debe haber una secuencia de unión y un agente transformador externo (el horno)".

Para Sebastián, el modelo no tiene fisuras porque la secuencia "ingredientes - amasado - horno" explica con éxito la situación deseada: que las galletitas se "cocinen".

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad)

La incorrección en este MIERT de 5to grado es por una simplificación de los sistemas de control:

- Punto A y C: Sebastián asume que el uso de "harina leudante" y "levadura" es complementario y sencillo, omitiendo que en la Realidad Tecnológica estos son procesos bioquímicos que requieren tiempos de espera (leudado) y condiciones de humedad específicas que no figuran en su "paso a paso" lineal.
- Punto C: el modelo técnico es incompleto porque, aunque menciona el horno para que las galletitas "se cocinen", no integra variables de retroalimentación (¿cómo saber cuándo están listas?) o de seguridad técnica.
- Relación Manual-Industrial: Su mayor salto es la distinción entre el panadero y la máquina, pero su "incorrecta" interpretación técnica reside en creer que la máquina es un bloque único ("pasan por una banda") sin entender que la banda es un sistema de transporte independiente del sistema de cocción.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

- El obstáculo: el punto C muestra una secuencia muy rígida ("primero", "luego", "después"). Si Sebastián sostiene que esta es la única forma de producir, su modelo será un obstáculo para entender procesos donde los ingredientes se agregan de forma simultánea o automática. Además, el hecho de que las galletitas

"salen por detrás de la máquina listas" sugiere que ve el proceso como una "caja negra" donde no puede intervenir. En este caso el lenguaje es un motor cuando etiqueta una operación (ej. "sobado") y un obstáculo cuando oculta la transformación (ej. "salen listas por detrás").

- El motor: los puntos A y B son motores potentes para el aprendizaje significativo. El hecho de que ya diferencie entre insumo (harina) y herramienta (palo de amasar) permite al docente introducir el concepto de Máquina. "En el punto F decís que las galletitas salen listas de la máquina... ¿Qué parte de esa máquina reemplaza al 'palo de amasar' que mencionaste en el punto A?". Esto obligaría a Sebastián a desarmar la "caja negra" de la máquina y empezar a modelizar mecanismos internos (rodillos, prensas).

Categoría de Análisis	% Primer Ciclo	% Segundo Ciclo
Considera solo la Materia	80,5	50,0
Considera Materia y Energía	2,5	40,0
Considera Materia, Energía e Información	0,0	1,7

Tabla 3. Resumen. Evolución de modelos interpretativos de primer a segundo ciclo. *La percepción de los insumos: materia, energía e información*

El desarrollo de procedimientos y técnicas

La capacidad de secuenciar acciones también muestra una progresión. En el primer ciclo, los niños representan los procedimientos como una serie ordenada de pasos gráficos (75,6%), pero tienen dificultades para conceptualizar la "técnica" como una categoría general. En el segundo ciclo, la mención de técnicas específicas y el uso de diagramas de bloques aumenta drásticamente (del 7,4% al 48,3%), lo que indica un mayor nivel de abstracción y la capacidad de "ordenar el escritorio mental" para organizar procesos

complejos. No obstante, este avance hacia lo proposicional constituye una zona de riesgo pedagógico: si la palabra no ancla en la comprensión del proceso físico, la abstracción se degrada en repetición memorística.

Primer ciclo

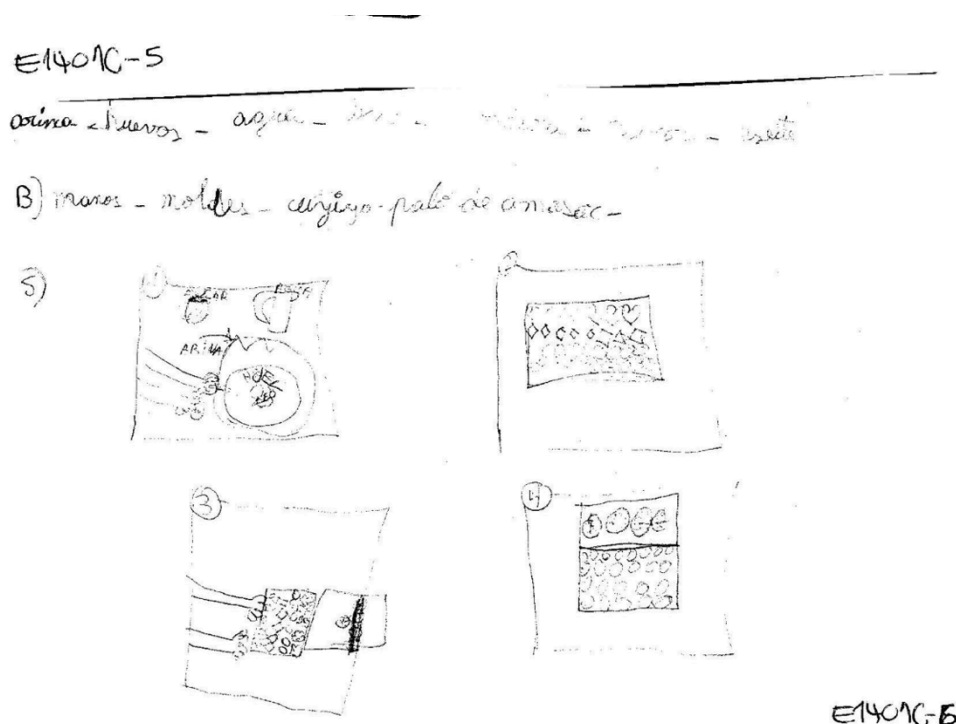


Figura 4. Se observa la modelización de la técnica como una secuencia narrativa de pasos manuales. Test E1401c_5

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto)

- El modelo de este estudiante es coherente porque organiza la producción tecnológica como un guion gráfico (storyboard) de acciones físicas manuales:
- Premisa A: la fabricación requiere un inventario previo de materiales y herramientas, donde el cuerpo humano es el motor principal: "manos - moldes - cuyiyo (cuchillo) - palo de amasar".
- Premisa B: el proceso se descompone en una secuencia visual de pasos discretos (1 al 4) que reflejan el "hacer" cotidiano.

- Conclusión: la técnica es una sumatoria de gestos (volcar, dar forma, cortar) que transforman los insumos en el producto final. El niño otorga a la "mano" el estatus de herramienta técnica fundamental para que el modelo funcione.

Para el estudiante, su modelo es sólido porque garantiza que, siguiendo ese orden de manipulación física, se llega a la situación deseada (las galletitas listas).

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad)

A pesar de la lógica secuencial, el modelo presenta simplificaciones que lo alejan de la realidad tecnológica sistémica:

- Antropocentrismo de la herramienta: el niño no diferencia entre el operario y el medio técnico; las herramientas (cuchillo, palo de amasar) son vistas como meras extensiones de la mano y no como componentes de un sistema de transformación mecánica independiente.
- Ausencia de la variable energética y de control: aunque identifica los pasos, no hay mención a la energía térmica (horno) ni a la información necesaria para regular el proceso (tiempos de cocción, temperaturas o proporciones exactas).
- Escala manual única: el procedimiento descrito es estrictamente artesanal; el modelo no logra escalar hacia la complejidad de una producción industrial donde las manos desaparecen en favor de mecanismos automáticos.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

- El motor: la capacidad de fragmentar el proceso en pasos es un motor de aprendizaje vital. Permite al docente introducir el concepto de operaciones unitarias (mezclado, conformado, corte) basándose en los dibujos del niño .
- El obstáculo: la estabilidad de este modelo basado puramente en la acción manual puede ser un obstáculo para comprender la delegación de funciones. Si el niño cree que la técnica es la mano, le costará conceptualizar cómo una máquina puede realizar la misma tarea sin intervención humana directa.

Segundo ciclo

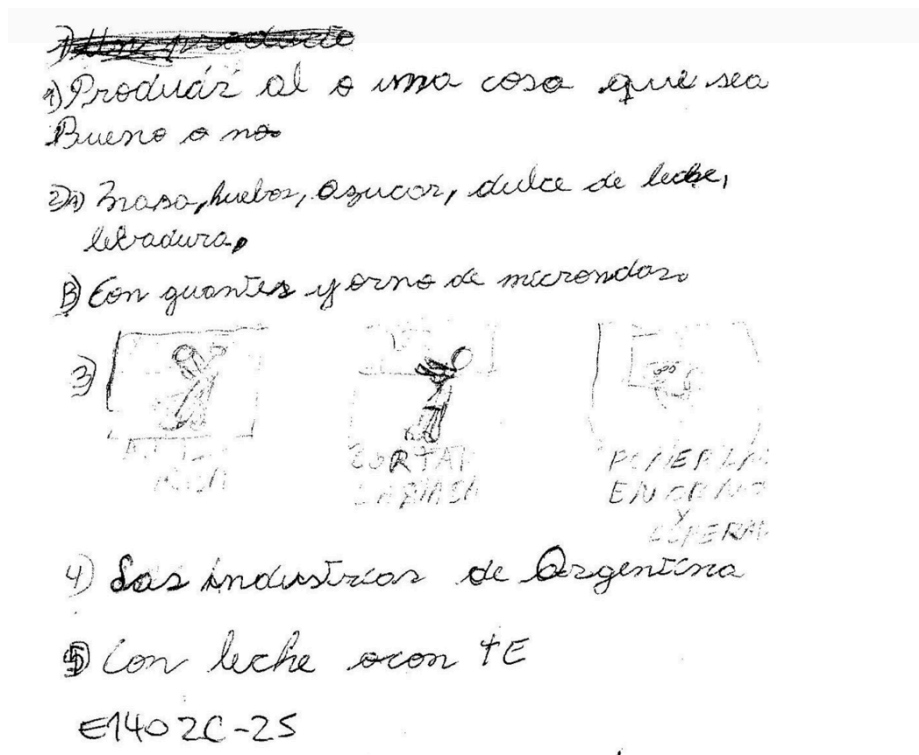


Figura 5. La técnica incorpora la protección del sujeto y la delegación de la transformación a artefactos térmicos. Test E1402c_25

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto)

El modelo de este estudiante demuestra un salto en la complejidad al integrar la protección y el control ambiental como parte del procedimiento técnico:

- Premisa A: la técnica no es solo una acción directa sobre la materia, sino que requiere mediadores de seguridad y herramientas específicas: "con guantes y horno de microondas".
- Premisa B: el procedimiento se divide en etapas funcionales diferenciadas: amasar, cortar la masa y la espera controlada ("ponerla en el horno y esperar").
- Conclusión: la producción es un acto regulado donde el sujeto utiliza artefactos para protegerse y transformar los insumos (masa, huevos, azúcar, levadura) en un producto de calidad ("bueno o no").

Para el estudiante, su modelo es coherente porque ya no depende exclusivamente de la fuerza manual desnuda, sino de un entorno técnico donde los instrumentos (guantes, microondas) garantizan el éxito de la tarea.

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad)

A pesar de la mayor complejidad, persisten simplificaciones que marcan el límite de su comprensión de la Realidad Tecnológica:

- Desproporción en el Escalamiento: el alumno identifica a "las industrias de Argentina" como responsables de la producción, pero su procedimiento técnico (punto 3) sigue siendo una representación doméstica . No visualiza procesos industriales como el troquelado continuo o el horneado en túnel.
- La "Espera" como proceso pasivo: define la etapa final como "esperar". En tecnología, esta fase es una transformación energética activa y controlada, no una pausa en la acción técnica.
- Ambigüedad del insumo industrial: menciona que las industrias lo hacen "con leche con té", lo cual es una transferencia errónea de sus hábitos de consumo al proceso de fabricación.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor"

- El motor: la incorporación de los guantes como parte del equipo técnico es un motor excepcional para discutir la seguridad e higiene en los procesos tecnológicos. Indica una conciencia de que el proceso implica riesgos (calor) que deben ser gestionados mediante objetos técnicos.
- El obstáculo: la persistencia de la escala doméstica para explicar la industria ("Industrias de Argentina") funciona como un obstáculo para comprender la automatización. Si el niño cree que una fábrica es solo muchas personas con guantes frente a muchos microondas, se pierde la noción de sistema integrado.

Categoría de Análisis	% Primer Ciclo	% Segundo Ciclo
Representación gráfica secuencial (pasos gráficos)	75,6	-
Mención de técnicas específicas y diagramas de bloques	7,4	48,3

Tabla 4. Resumen. Evolución de modelos interpretativos de primer a segundo ciclo. El desarrollo de procedimientos y técnicas

Medios técnicos y entorno tecnológico

La diferenciación entre utensilios, herramientas y máquinas es otro indicador del desarrollo cognitivo. En ambos ciclos, más de la mitad de los alumnos identifica correctamente los medios técnicos, pero los de segundo ciclo demuestran una mayor comprensión de los casos de uso específicos para cada uno (35% frente al 24% del primer ciclo).

El reconocimiento del entorno también es revelador. En el primer ciclo, los niños asocian el producto con un rol personal u oficio (la mamá cocinando, el panadero), reflejando una visión egocéntrica. En el segundo ciclo, el 61,7% logra mencionar con claridad el entorno industrial o la fábrica como el lugar de producción, marcando el paso de una mirada doméstica a una sistémica.

Primer ciclo



Figura 6. El MIERT centrado en el sujeto: La técnica se modeliza como un oficio personal donde el cocinero es el motor único y los medios técnicos permanecen indiferenciados del acto manual. *Test E1391c_9*

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto):

- Premisa A: la tecnología es una acción humana directa; las galletitas se originan porque un "cocinero" las crea.
- Premisa B: los medios técnicos son simples e indiferenciados, basados en la mezcla de materiales básicos como agua, harina y manteca.

- Conclusión: el éxito del proceso depende del oficio del sujeto y no de la eficacia de un sistema técnico.

2. La Incorrección Técnica (El mundo de la realidad):

- Antropocentrismo: el modelo ignora que, en la realidad tecnológica industrial, el operario es un supervisor y no el motor físico del cambio.
- Opacidad del proceso: no se visualizan herramientas de transformación; el paso de la mezcla al producto es un acto de voluntad del cocinero.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor":

- El motor: la identificación del "cocinero" como agente es un motor para empezar a discutir roles y funciones en la producción.
- El obstáculo: creer que la producción es solo un oficio manual actúa como un obstáculo para comprender la delegación técnica y la escala masiva donde las máquinas reemplazan al artesano.

Segundo ciclo

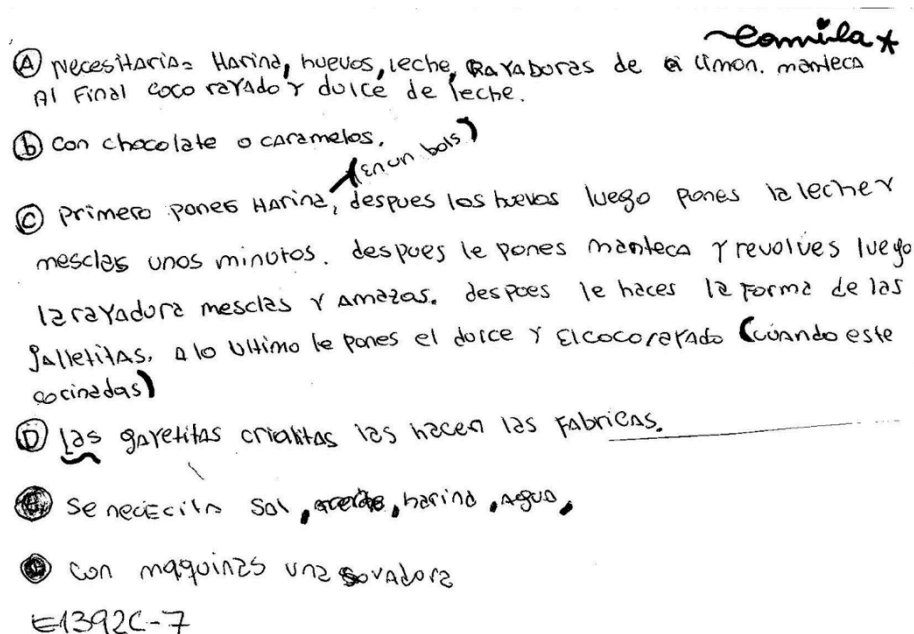


Figura 7. Evolución hacia un entorno fabril donde se identifica la 'sobadora' como una máquina específica que reemplaza el esfuerzo físico por una operación mecánica delegada. Test E1392c_7

1. La coherencia interna (el mundo del sujeto):

- Premisa A: la fábrica requiere medios técnicos especializados: "Con máquinas una sobadora".

- Premisa B: la técnica industrial implica una transformación mecánica delegada (el sobado).
- Conclusión: el entorno tecnológico profesional se define por la presencia de maquinaria específica para procesar insumos industriales.

2. La incorrección técnica (el mundo de la realidad):

Simplificación del sistema: aunque nombra la "sobadora", su modelo aún no integra cómo esta máquina se coordina con los sistemas de energía y control de la fábrica.

3. El MIERT como "Obstáculo" o "Motor":

- El motor: la mención de la sobadora es un motor excepcional para enseñar sobre la especialización de las máquinas en la industria.
- El obstáculo: ver la máquina como un objeto aislado puede ser un obstáculo para entender la interdependencia de una línea de producción donde la sobadora es solo un eslabón.

Categoría de Análisis	% Primer Ciclo	% Segundo Ciclo
Identificación correcta de medios técnicos (utensilios/máquinas)	>50,0%	>50,0%
Comprensión de casos de uso específicos para cada medio	24,0%	35,0%
Reconocimiento del entorno industrial o fábrica	44,0% (oficio/familiar)	61,7% (fábrica)

Tabla 5. Resumen. Evolución de modelos interpretativos de primer a segundo ciclo. Percepción de los medios técnicos y el entorno

La didáctica de la tecnología: del hacer mecánico al aprendizaje profundo

La didáctica de la tecnología debe partir necesariamente de los esquemas previos del estudiante. Si la enseñanza se limita a la ejecución de una secuencia lineal de pasos, se corre el riesgo de que el alumno desvíe su atención hacia el cumplimiento de la norma,

perdiendo de vista la lógica del proceso. Este fenómeno, descrito por Mayer (2020) como una falla en el procesamiento generativo, deriva en un "hacer por hacer" que obtura las oportunidades de aprendizaje profundo. Para evitarlo, el docente debe actuar como un mediador que dinamiza la tríada didáctica (docente-alumno-conocimiento), relevando las manifestaciones de los niños para interpretar las transformaciones en su estructura cognitiva. En este escenario, el conocimiento se presenta de forma dual: como el problema a resolver y, simultáneamente, como el contenido planificado que se integra en la solución técnica.

La planificación educativa, por tanto, debe ser flexible y estructurarse mediante itinerarios didácticos que promuevan la reflexión sobre la acción. Un ejemplo paradigmático es el proceso de transformación de la lana: al intentar hilar manualmente, el estudiante descubre la necesidad física de estirar y retorcer las fibras. Esta experiencia de "puesta en tensión" es lo que García-García (2019) define como la construcción de un modelo mental situado. Cuando el alumno analiza posteriormente cómo una máquina (como la rueca) automatiza esas mismas operaciones, no solo aprende a usar una herramienta, sino que desarrolla una estructura cognitiva que relaciona la acción humana con la mediación técnica, consolidando una comprensión sistémica de la tecnología (Torres-Gordillo & Perera-Rodríguez, 2021).

La tecnología como puerta a la cultura

No educar en tecnología es privar al alumno del ingreso a la cultura contemporánea. La técnica humana permite escapar de la coacción de la especie; es un acto consciente y voluntario que debe ser cultivado en la escuela. En un mundo saturado de dispositivos de "caja negra" donde no se comprende el funcionamiento interno, la educación tecnológica tiene la responsabilidad política y ciudadana de invitar a los alumnos a usar nuevas gafas para ver el mundo artificial.

Nivel de Modelo	Características del MIERT	Objetivo Pedagógico
Nivel 1	Centrado exclusivamente en materiales.	Introducir la noción de cambio y transformación.

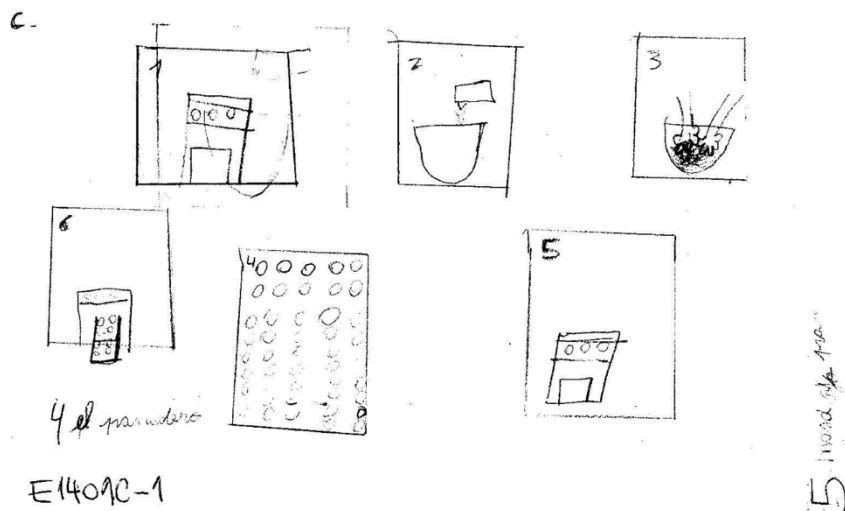
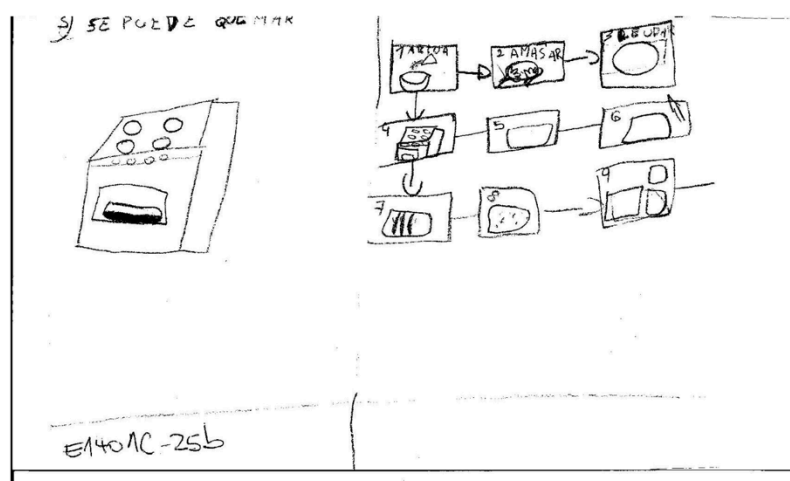
Nivel 2	Incorpora procedimientos y pasos ordenados.	Fomentar la secuenciación de los procesos y el uso de lenguajes técnicos.
Nivel 3	Incluye herramientas y máquinas específicas.	Analizar la función de los medios técnicos.
Nivel 4	Reconoce el entorno industrial y sistémico.	Comprender la tecnología como sistema socio-técnico.

Tabla 6. Evolución de los modelos interpretativos y explicativos de la realidad tecnológica.

Procesos mentales y obstáculos en la construcción del saber técnico

Desde la psicología, es fundamental entender que los niños llegan al aula con conocimientos empíricos ya constituidos por su vida cotidiana. Estos saberes a menudo actúan como obstáculos que impiden cambiar de cultura experimental. Bachelard (1938/2000) ya señalaba que el aprendizaje científico y tecnológico consiste, en gran medida, en derribar estos obstáculos acumulados.

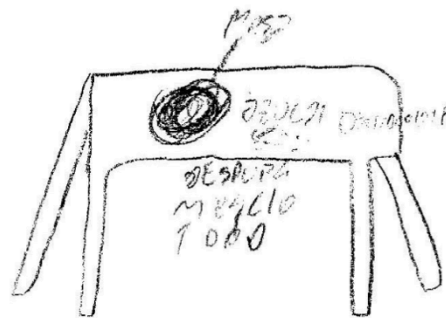
- El 48,3% de los alumnos de segundo ciclo desplazan la representación gráfica hacia narraciones textuales. La figura 8 nos permite visualizar esta progresión a través de la serie de registros (E1401c-1, E1401c-25b, E1402c-39, E1402c-32 y E1402c-45). Este desplazamiento es dialéctico: representa una transición necesaria hacia formas más abstractas de organización (como los diagramas de bloques), pero se convierte en un obstáculo cuando el alumno abandona la representación figurativa sin haber consolidado el modelo operativo. En estos casos, la redacción textual funciona como un 'simulacro de saber' que oculta la incompreensión de la transformación física de la materia (*Test E1402c_32* y *Test E1402c_45*).



1) Para mi producir esacer algo nuevo, cuando la escuela me inspira eso.

2) masa azucar y chocolate o lonete lo que quieras ponerle

3) ~~hacer galletas~~ con los ingredientes nombrados en la 2



4) una fabrica de galletitas expres o depende de galletas

5) con maquinan de hacer galletitas

E1402C-39

1) UNA PRODUCCION ES UN PROGRAMA DE TELEVISION CO IDEAS DEL SUR

2) HARINA, HUEVOS, LEVADURA, AZUCAR, LECHE

3) ARI LA MASA, ARIAS LAS GALLETTAS X LA PONGO A LORNO

4) 8 HUEVOS VOLCARLA PONER TODOS LOS INGREDIENTES EN BOLSA
5) HARINA HARINA X HUEVO EN EL BOLSA
6) METER AL HORNO

7) LA EMPRESA INDUSTRIAL DE GALLETTAS

8) HARINA, HUEVOS, LECHE, AZUCAR, POLVO

E1402C-32

1) Imagino que producen algo xº una
 fabrica o trigo.
 2) a) leche, Harina, Huevo, azúcar, un
 Horno, agua, esencia de vainilla, aceite.
 b) Con los ingredientes, un Horno, un bols
 una Mesada, un molde y una fuente
 3) ① bol ② bol con los
 ③ amasar la masa ④ cortar la masa en forma de galleta
 ⑤ luego ponerle aceite
 a la fuente y agregarle la galletas y
 mandarlas al Horno. ⑥ Después de 30 Min.
 Pasar las galletas a la parte de abajo del horno.
 Una vez que estén listas las galletas
 sacar de la parte de abajo del horno
 y estarán listas para ser comidas.
 4) Las 3 son de trigo
 5) a) con "trigo".
 b) agua, Harina de trigo, trigo, la maquina
 con los molde, el horno, leche, sal, azúcar en
 algunos casos.

E1402C-45

Figura 8. Serie evolutiva de registros: Transición representacional del pensamiento figurativo (predominante en primer ciclo) hacia la hegemonía del discurso textual (segundo ciclo), evidenciando la tensión entre la síntesis comunicativa y la pérdida de riqueza operativa. Secuencia de registros del Test E1401c-1 pensamiento puramente figurativo; Test E1401c_25b y Test E1402c_39 incorporación de etiquetas; Test E1402c_32 y Test E1402c_45 hegemonía del discurso textual. Se observa cómo la ganancia en síntesis comunicativa conlleva una posible pérdida de la riqueza operativa del modelo mental.

- El desarrollo de habilidades metacognitivas permite que el alumno asuma un rol consciente y autorregulado sobre su propio proceso de aprendizaje. Mediante la intervención docente con preguntas mediadoras —como "¿por qué elegiste esta herramienta?" o "¿qué sucedería si alteramos el orden de la secuencia?"— se induce al estudiante a manipular su modelo mental y a verificar hipótesis mediante una simulación interna antes de proceder a la acción física sobre el objeto. De acuerdo con Khemlani et al. (2018), esta capacidad de ensayar posibilidades en un "espacio de trabajo mental" es lo que permite una comprensión profunda de los sistemas técnicos y previene el error procedimental.

- Asimismo, la transferencia de conocimiento —definida como la capacidad de transponer la lógica de producción (por ejemplo, de la industria alimentaria a otros procesos industriales)— depende directamente de la solidez y abstracción de estas metarepresentaciones. Como señalan Schunk y DiBenedetto (2020), la transferencia no es automática; ocurre únicamente cuando el sujeto ha logrado descontextualizar el principio técnico de la tarea específica. De este modo, la construcción de modelos mentales robustos y flexibles garantiza que el estudiante no solo aprenda una técnica aislada, sino una estructura de pensamiento aplicable a diversos entornos productivos complejos.

Epistemología de la práctica y formación docente en tecnología

La investigación contemporánea subraya que la formación de los docentes de Educación Tecnológica es el pilar fundamental para la transformación del área. Si el profesor posee una visión fragmentada o meramente instrumental de la disciplina, se dificulta la promoción de aprendizajes significativos. Por ello, se propone un modelo de formación basado en la acción técnica reflexiva, donde el saber técnico se integra con la capacidad de transposición didáctica mediante procesos de autorregulación y planificación cognitiva (Schunk & DiBenedetto, 2020). Proyectos de diseño y producción, inspirados en la lógica de la fabricación en serie —como los propuestos originalmente por Marpegán, Mandón y Pintos (2001)—, obligan al docente a posicionarse como un diseñador de procesos y sistemas complejos.

Este enfoque encuentra un correlato contemporáneo en las propuestas de la cátedra de Didáctica de la Educación Tecnológica de la UADER. Según Richar et al. (2024), la gestión y organización de las clases debe basarse en una reflexión profunda sobre la praxis y las acciones que los docentes despliegan en el aula, permitiendo que el futuro maestro analice el flujo de información y materiales desde una perspectiva crítica y situada. En este sentido, la tecnología se consolida no solo como un conjunto de contenidos, sino como una herramienta esencial para el desarrollo del pensamiento. Como sostiene Pintos (2024), el desafío actual —incluso ante la irrupción de la Inteligencia Artificial en el aula— radica en generar actividades que permitan al sujeto manipular símbolos y representaciones para comprender la complejidad de lo artificial, trascendiendo el simple uso de herramientas para alcanzar una verdadera cultura tecnológica. En la era de la IA, este dominio simbólico es crítico: si el docente no

comprende los procesos analógicos de transformación, la IA se convierte en la 'caja negra' definitiva que obtura el pensamiento crítico.

Este enfoque de formación permite a los docentes:

- Gestionar la complejidad sistémica: analizar el flujo de materiales, energía e información dentro de un proceso productivo real.
- Dominar lenguajes de representación: el docente debe ser capaz de identificar operaciones técnicas y formalizarlas mediante diagramas de bloques, pero asegurando siempre un 'viaje de ida y vuelta' entre la abstracción simbólica y la materialidad del proceso. El objetivo no es la mera sustitución del dibujo por la palabra, sino el desarrollo de una capacidad de representación que no pierda su anclaje en la realidad física.
- Analizar la dimensión sociotécnica: reflexionar sobre el impacto de la automatización en el rol humano y en la reconfiguración de las estructuras organizacionales (Torres-Gordillo & Perera-Rodríguez, 2021).

La tecnología no es simplemente un conjunto de contenidos procedimentales, sino un modo de pensar y actuar. La formación docente debe abrazar esta complejidad para que la Educación Tecnológica trascienda la visión artesanal o el mero instrumentalismo digital, consolidándose como una disciplina científica y humanística fundamental que desarrolla el pensamiento crítico sobre el mundo artificial.

Reflexiones finales: hacia una perspectiva integradora de la Educación Tecnológica

Finalmente, se resalta que la Educación Tecnológica constituye un motor de humanización y alfabetización ciudadana (Marpegán y Ulloque, 2023). Al dotar a los estudiantes de capacidades para interpretar y operar sobre su entorno, se promueve su participación activa en una cultura que, aunque digitalizada, depende de la transformación consciente de la materia y la energía. Esta perspectiva recupera el legado de Dewey (1938/2015), quien sostenía que la educación debe basarse en la experiencia activa para transformar al individuo en un ciudadano capaz de intervenir en su realidad social y técnica.

La convergencia entre la psicología cognitiva y la didáctica de la tecnología garantiza que cada alumno construya sus propias herramientas intelectuales para comprender el entramado de la realidad contemporánea. Este proceso de construcción interna refleja la tesis de Piaget (1975/2019) sobre la equilibración de las estructuras cognitivas, donde el

sujeto no solo asimila información, sino que acomoda sus esquemas ante los desafíos que propone el mundo artificial. Asimismo, este desarrollo se potencia mediante la mediación docente, entendida bajo el concepto de Vygotsky (1978/2021) como el andamiaje necesario para que el alumno transite desde sus saberes intuitivos hacia un pensamiento tecnológico formal y superior. En última instancia, como señalan Schunk y DiBenedetto (2020), es esta autorregulación del pensamiento la que permite al sujeto pasar de ser un consumidor pasivo a un creador consciente de tecnología.

Uno de los hallazgos más críticos de esta investigación es la desvalorización de las tecnologías analógicas en favor de un digitalismo escolar muchas veces superficial. El docente debe advertir que la fascinación por la Inteligencia Artificial o los sistemas de información no sustituye la necesidad de comprender los procesos de transformación física. Como sostienen Salguero y Leliwa (2025), la base de la cultura tecnológica reside en la comprensión de los sistemas técnicos; sin este anclaje analógico, el uso de lo digital se degrada en un simulacro de saber y en un consumo de 'cajas negras' que vacía de sentido la formación ciudadana..

Nota al editor: Dada la extensión del presente artículo, se pospone la presentación de un plan de clase que retome los aspectos aquí desarrollados. Lo publicaré en un siguiente número de la revista.

Nota a los lectores: En la elaboración de este documento se utilizó el modelo de lenguaje Gemini (Google). El autor empleó la herramienta para identificar y sintetizar las tesis centrales de bibliografía técnica en idioma inglés y francés. Posteriormente, se estableció un proceso de discusión dialéctica entre la IA y el autor para integrar dichos conceptos con las categorías teóricas del ensayo, asegurando la precisión epistemológica y la autoría intelectual del texto final.

Declaración de disponibilidad de datos: El autor declara que los datos utilizados en el estudio / investigación ejecutada, se encuentran disponibles y sin restricciones de acceso para ser analizados por los interesados, en el repositorio: <https://zenodo.org/records/18022538>

Referencias bibliográficas

- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico: Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (Trad. J. Babini). Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 1938)
- Bello Garcés, S. (2004). *Ideas previas y cambio conceptual*. *Educación Química*, 15(3), 210–217. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Buch, T. (1999). *Sistemas tecnológicos*. Aique.
- Bunge, M. (2017). Prólogo a la segunda edición. ¿Somos naturales o artificiales? En M. A. Quintanilla, *Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología* (2.^a ed., p. 11). Fondo de Cultura Económica.
- De Barros Camargo, C. ., Hernández Fernández, A., & Ortiz Cobo, M. . (2021). Análisis a través de modelaje estructural de la relación entre prácticas docentes, pluriculturalidad e inclusión educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 24(1). <https://doi.org/10.6018/reifop.436051> (Original work published 21 de enero de 2021)
- Dewey, J. (2015). *Experiencia y educación* (J. Luzuriaga, Trad.). Biblioteca Nueva. (Obra original publicada en 1938).
- Diaz, L.; Gimeno, M. y Nappa, N. (2011). Representaciones mentales originadas a partir de ilustraciones de sistemas tecnológicos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), 107-116.
- Esparza Parga, R., & Rubio Barrios, J. (2016). La pregunta por el conocimiento. *Saber*, 28(4), 813–818. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000400016&lng=es&tlng=es
- García-García, E. (2019). *Psicología cognitiva y neuropsicología del aprendizaje*. Editorial Síntesis.
- Gómez, V. L., & Álvarez, G. (2020). Tecnologías digitales en la escuela primaria: Las perspectivas de los docentes sobre su inclusión y la enseñanza en las aulas. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(20), 9–26.
- Johnson-Laird, P. N. (1987). The mental representation of the meaning of words. *Cognition*, 25(1–2), 189–211.
- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental models and cognitive change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131-138. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.759935>

- Khemlani, S. S., Byrne, R. M., & Johnson-Laird, P. N. (2018). Facts and possibilities: A model-based theory of sentential reasoning [Hechos y posibilidades: Una teoría del razonamiento basada en modelos]. *Cognitive Science*, 42(6), 1887-1924. <https://doi.org/10.1111/cogs.12634>
- Leliwa, S. (2024). Ideas y tecnologías emergentes: Cambios y diversidades. *TechNE*, 2(2), 8-14. <https://technerevista.com>
- Leliwa, S., & Salguero, S. (2023). Cultura tecnológica o ¿culturas tecnológicas? *TechNE*, 1(1), 23-31. <https://technerevista.com>
- Marchisio, A., y Pintos, J. C. (2003). *Educación tecnológica: Trabajos de enseñanza y aprendizaje*. PubliFADECS.
- Marpegán, C. (2021). *Glosario de la Educación Tecnológica* (Versión 1). Techné. <http://technerevista.com/>
- Marpegán, C. M., Mandón, M. J., & Pintos, J. C. (2001). *El placer de enseñar tecnología: Actividades de aula para el nivel inicial y el primer ciclo de la EGB*. Novedades Educativas.
- Marpegán, C. M., y Ulloque, G. (2023). El statu quo de la educación tecnológica: Una revolución permanente. *TechNE*, 1(1), 1-8. <https://technerevista.com>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* [Aprendizaje multimedia] (3.^a ed.). Cambridge University Press.
- Mejía-Rendón, S. (2025). Técnica animal reconsiderada: Apuntes metacognitivos para una fenomenología de la acción técnica en animales no humanos. *Azur. Revista Centroamericana de Filosofía*, 7(13), 184-197.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/223/pf0000379376>
- Montenegro, Z. (2011). *La techné atraviesa la paideia* (pp. 101–107). En *Seminario Internacional “La práctica pedagógica en entornos innovadores de aprendizaje”*. Instituto de Profesores Artigas.
- Novoa Echaurren, A. (2018). Representaciones multimodales y las nuevas alfabetizaciones en la era digital. *Re-Representaciones: Periodismo, comunicación Y Sociedad*, 9, 117-124. <https://doi.org/10.35588/jv4myv40>

- Piaget, J. (2019). *La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo* (8.^a ed., R. Marín, Trad.). Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 1975).
- Pintos, J. C. (2010). Los modelos interpretativos y explicativos de los niños y niñas sobre los procesos de producción [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Comahue].
- Pintos, J. C. (8 de mayo de 2024). La tecnología como herramienta para el desarrollo del pensamiento a partir de actividades de aula: La Educación Tecnológica y la Inteligencia Artificial en clases. Diálogos con el psicoanálisis. <https://substack.com/@jcpintos/p-144228655>
- Portillo González, A. M. (2015). La construcción del conocimiento en la mente humana: Del conocimiento implícito al conocimiento explícito. *Realitas: Revista de Ciencias Sociales, Humanas y Artes*, 3(1), 31.
- Quintanilla, M. A. (1988). *Tecnología: Un enfoque filosófico*. Fundesco.
- Quintanilla, M. Á. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica (FCE).
- Rayón Rumayor, L. (2017). Las tecnologías como construcciones socioculturales: implicaciones en la educación. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 34. <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7403>.
- Richar, D., Casas, M., Godoy, G., Miraglio, R., Cabral, C., & León, M. (2024). Reflexión sobre el diseño, la praxis y las acciones que se despliegan en las clases: Gestión y organización de las clases de la materia “Didáctica de la Educación Tecnológica”. *TechNE*, 2(2). <https://technerevista.com>
- Rodríguez Palmero, M. L., Marrero Acosta, J., & Moreira, M. A. (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: Una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(3), 243–268.
- Sanchis Matoses, P. (2014). Ortega y Gasset, J. Meditación de la técnica. *SCIO. Revista de Filosofía*, (10), 187–191.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory [Motivación y teoría cognitiva social]. *Contemporary Educational Psychology*, 60, Artículo 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>

- Sweller, J. (2024). *Cognitive load theory* [Teoría de la carga cognitiva] (2.^a ed.). Springer Nature.
- Torres-Gordillo, J. J., & Perera-Rodríguez, V. H. (2021). *Teoría de la carga cognitiva y diseño instruccional en la formación técnica*. Editorial Universidad de Sevilla.
- UNESCO. (2024). *Youth report 2024: Technology in education: A tool on our terms!* UNESCO Digital Library.
- Vega Encabo, J. (2005). Mentes híbridas: Cognición, representaciones externas y artefactos epistémicos. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, (número especial). Asociación de Antropólogos Iberoamericanos en Red.
- Vygotsky, L. S. (2021). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (S. Furió, Trad.). Editorial Crítica. (Obra original publicada en 1978).
- Wittgenstein, L. (1998). *Tractatus logico-philosophicus*. Dover Publications. (Obra original publicada en 1921).

5.19. TIEMPO DE MATES Y PREGUNTAS. El conversatorio como dispositivo para volver a mirar, interrogar y pensar la Educación Tecnológica

Alejandra Camors⁶⁸

Resumen

Investigar no comienza con un método, sino cuando una realidad conocida deja de parecernos evidente y nos abre a nuevos interrogantes. Desde esa convicción, el Proyecto de Extensión “*Pensar la Educación Tecnológica en clave de investigación: tiempo de mates y preguntas*” de la cátedra Investigación en Educación Tecnológica del Profesorado en Educación Tecnológica de la Facultad de Arte y Diseño de la UNaM, convierte el conversatorio en algo más que una exposición: una ronda en la que universidad, escuela y territorio ponen en común sus saberes, interrogan las prácticas y construyen problemas allí donde suelen repetirse respuestas. Porque formar docentes investigadores también implica aprender a mirar de nuevo lo cotidiano, cuestionar lo dado y habilitar otras preguntas posibles.

Palabras clave: Educación Tecnológica; formación docente; investigación educativa; conversatorio.

⁶⁸ **María Alejandra Camors:** (alejandra.camors@unam.edu.ar) Profesora en Educación Tecnológica. 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 con mención en Educación y Nuevas Tecnologías (FLACSO), Magíster en Enseñanza en Escenarios Digitales (UNPA). Maestría en curso en Docencia Universitaria (UBA). Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas (UNaM) en curso. Fue Secretaria Académica de la Facultad de Arte y Diseño, Secretaria General Académica de la UNaM y Secretaria de Investigación de la FAYD. Actualmente es Coordinadora General del Área Educación a Distancia de la UNaM. Es Investigadora y Profesora Titular en Carreras de Grado y Posgrado. Dirige Proyectos de Investigación en Educación y Tecnología.

Volver a preguntar qué significa enseñar Tecnología

La Educación Tecnológica ocupa un lugar singular dentro de la escuela, su presencia abre una pregunta más profunda: ¿qué necesitan comprender las nuevas generaciones acerca del mundo artificial que habitamos y que, al mismo tiempo, contribuimos a construir? Pregunta que no admite una respuesta definitiva. Cambian las tecnologías, pero también las relaciones sociales, los modos de producir, de comunicarnos, de aprender y de imaginar el futuro. Cambian los objetos que ingresan en las aulas, las preocupaciones de las comunidades y las experiencias de los estudiantes. Sin embargo, algunas concepciones acerca de la enseñanza permanecen, incluso cuando las condiciones que les dieron origen ya no son las mismas.

Hoy más que nunca, pensar la Educación Tecnológica exige resistir la tentación de las definiciones demasiado rápidas. Supone reconocerla como un campo en construcción, atravesado por diferentes tradiciones y por debates acerca de qué enseñar, para qué hacerlo y de qué manera.

Ulloque (2014) organiza el análisis curricular de la disciplina en torno a tres dimensiones: la disciplinar, referida a las concepciones de tecnología y a los contenidos seleccionados; la teleológica, vinculada con los propósitos de su enseñanza; y la metodológica, centrada en las formas de enseñar. Su estudio también identifica en los diseños curriculares nacionales y jurisdiccionales analizados un énfasis en contenidos de corte instrumental, que convive, aunque con menor presencia, con perspectivas sociotécnicas (pp. 60, 228). Volver sobre esas tensiones no significa desconocer lo construido, sino impedir que las decisiones heredadas se naturalicen hasta volverse invisibles, proceso esencial para el campo de la investigación en Educación Tecnológica.

Una ronda frente a la urgencia de las respuestas

El proyecto de extensión *Pensar la Educación Tecnológica en clave de investigación: tiempo de mates y preguntas* nace precisamente de la necesidad de crear un tiempo y un espacio para detenerse ante estas cuestiones. Impulsado por la cátedra Investigación en Educación Tecnológica del Profesorado en Educación Tecnológica de la Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Misiones, propone reunir a estudiantes, docentes,

investigadores y especialistas para conversar sobre la historia de la disciplina, las transformaciones curriculares, las prácticas de enseñanza, los aprendizajes, las subjetividades, los lenguajes y los desafíos contemporáneos del campo (Camors y Proenza, 2026, pp. 3–6).

En el nombre del proyecto, el mate propone una escena y, con ella, una forma de relacionarnos con el conocimiento: una ronda en la que la palabra circula, una espera que no es pasividad, una escucha que no apresura las respuestas y un pensamiento que se va construyendo entre voces. En un tiempo educativo marcado por la velocidad, la productividad y la demanda permanente de soluciones, detenerse a conversar se convierte hoy en un proceso ineludible, dado que algunas preguntas, antes de ser respondidas necesitan ser habitadas, y habitarlas implica encontrar palabras, confrontarse con otras experiencias y reconocer aquello que las primeras explicaciones no alcanzan a mostrar.

El proyecto recupera esa temporalidad. Propone un tiempo en el que preguntar no sea interpretado como falta de preparación, sino como expresión de una búsqueda. Un tiempo en el que la duda fortalece la autoridad docente, a partir de entender que enseñar también supone revisar las propias certezas.

Frente a modelos de formación que parecen organizarse alrededor de respuestas disponibles, *“Pensar la ET en clave de investigación. Tiempo de mates y preguntas”* desplaza el centro hacia la construcción de interrogantes. No porque las respuestas carezcan de importancia, sino porque ninguna respuesta resulta verdaderamente formativa cuando no sabemos qué pregunta intenta resolver.

Una tradición institucional que enseña a investigar desde la formación

El proyecto se inscribe en una tradición indiscutida de la Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Misiones en el campo de la investigación en Educación Tecnológica y, particularmente, en la incorporación de esta práctica dentro de la formación de los futuros profesores.

Hay instituciones que incluyen la investigación como una exigencia curricular. Otras consiguen convertirla en una manera de formar. Así, en el primer caso, investigar puede

quedar reducido al aprendizaje de una serie de pasos: delimitar un tema, escribir objetivos, seleccionar técnicas o reunir antecedentes. En el segundo, esas herramientas se integran en una experiencia más amplia. Investigar significa aprender a observar lo que ocurre, desconfiar de las explicaciones inmediatas, reconocer tensiones y sostener una pregunta el tiempo suficiente para que pueda transformarse en un verdadero problema de conocimiento.

La FAyD ha construido una trayectoria sólida en esta segunda dirección. Su presencia en el campo de la Educación Tecnológica no se limita al sostenimiento de carreras ni a la organización ocasional de actividades académicas. Se reconoce, sobre todo, en la decisión de hacer de la investigación una dimensión constitutiva de la formación de los futuros profesores: una práctica que atraviesa la enseñanza, la extensión, la producción académica y el vínculo con las escuelas.

Las II Jornadas Virtuales en Educación Tecnológica y el Congreso Nacional de Educación Tecnológica CoNET 2021 incluyeron entre sus ejes la investigación en Educación Tecnológica y la formación docente. En 2025, la FAyD dio continuidad a este recorrido mediante las III Jornadas Virtuales, el CoNET 2025 *Pensar Futuro* y el I Simposio Internacional. Estas convocatorias estuvieron dirigidas a profesores, investigadores, estudiantes de formación docente y otros actores interesados en el campo.

A estas actividades se suman los proyectos de fortalecimiento de la formación docente, las experiencias de cátedras abiertas y otros espacios de intercambio académico recuperados como antecedentes del proyecto. No se trata de una simple suma de acontecimientos. Entre ellos puede reconocerse una orientación compartida: consolidar la Educación Tecnológica como campo disciplinar, producir conocimiento sobre sus problemas y acercar tempranamente a los estudiantes a las conversaciones que contribuyen a definirlo (Camors y Proenza, 2026, pp. 8–9).

Por la continuidad y la densidad de este recorrido, puede hablarse de una tradición indiscutida de la FAyD en la construcción académica de la Educación Tecnológica y, especialmente, en la incorporación de la investigación a la formación inicial de los futuros profesores.

Esta perspectiva impulsada por la cátedra y fundamentalmente por el proyecto de extensión, modifica el lugar de los estudiantes. Ya no son solamente destinatarios de conocimientos producidos por otros ni sujetos que deberán esperar a graduarse para tener algo que decir acerca de la disciplina. Se forman participando de sus debates, escuchando a quienes han intervenido en su construcción, dialogando con docentes en ejercicio y aprendiendo a formular preguntas nacidas de las realidades educativas.

La investigación entra así en la formación docente como una forma de responsabilidad para con la formación, pero por sobre todo para con el conocimiento de la disciplina. Quien enseña toma decisiones acerca de qué mostrar, qué dejar fuera, qué problemas volver visibles y qué representaciones de la tecnología ofrecer a las nuevas generaciones. Aprender a investigar permite reconocer esas decisiones, volver sobre ellas y comprender que ninguna práctica educativa es completamente transparente.

Por eso la conversación importa. Porque pone al estudiante frente a una disciplina que no está terminada. Le permite advertir que la Educación Tecnológica posee historia, disputas, zonas de incertidumbre y horizontes todavía abiertos. En lugar de entregarle un campo cerrado para que luego lo reproduzca, lo invita a entrar en él, recorrerlo y comenzar a construir una posición propia.

Conversar no es solamente escuchar una exposición

El conversatorio suele presentarse como un formato más abierto que la conferencia. Sin embargo, cambiar su nombre no garantiza que cambie la relación con el conocimiento. Puede ocurrir que se lo denomine conversatorio y continúe funcionando como una exposición extensa, seguida por algunos minutos destinados a preguntas del público, este ejercicio supone para todos los actores, un desafío permanente.

Para que la conversación se convierta en un dispositivo formativo es necesario algo más. Las intervenciones de los especialistas se proponen como aperturas y no como clausuras. Su función no consiste únicamente en comunicar aquello que ya conocen, sino en ayudar a que quienes participan reconozcan aspectos del problema que todavía no habían advertido, y esto no se acaba en el encuentro, más bien el encuentro genera la posibilidad de instalar incertidumbre, lo que supone también la modificación del lugar del orador. Su

autoridad no desaparece, pero deja de sostenerse exclusivamente en la posesión de una respuesta. Se expresa en la capacidad de ofrecer conceptos, reconstruir antecedentes, introducir matices, señalar tensiones y formular preguntas que permitan mirar de otra manera a la Educación Tecnológica.

El especialista se transforma así en interlocutor y su participación también se construye a partir de la escucha de lo que ocurre con sus ideas cuando entran en contacto con las experiencias de los docentes, las preocupaciones y dudas de los estudiantes y las particularidades de las instituciones, generando de este modo un entorno en el que el conocimiento de los actores del proyecto, encuentra la oportunidad de contrastarse con situaciones que lo interpelan y le exigen nuevas precisiones.

Ahora bien, conversar formativamente exige establecer relaciones, reconocer contradicciones, revisar argumentos y distinguir entre aquello que suponemos y aquello que efectivamente podemos sostener, esto efectivamente requiere de tiempo, un tiempo que no se acaba en el encuentro.

La escuela no es solamente el lugar donde se aplican los saberes

Durante mucho tiempo, algunas formas de extensión universitaria se organizaron a partir de una lógica de transferencia. La universidad producía conocimientos y luego los llevaba hacia las escuelas o hacia otros espacios sociales. Bajo ese modelo, unos aparecían como portadores del saber y otros como sus destinatarios. Esta tradición por suerte ha sido superada, y en el marco del proyecto, siguiendo a Freire (1984), se cuestiona esta concepción al diferenciar la transferencia unilateral de conocimientos de una relación educativa fundada en la comunicación. Para el autor, la comunicación supone reciprocidad y diálogo: no consiste en depositar un contenido en otro sujeto, sino en el encuentro entre interlocutores que buscan comprender una realidad común (pp. 75–77).

Desde esta perspectiva, la escuela es sin dudas un espacio donde se producen saberes acerca de la enseñanza, de los estudiantes, de las instituciones y de las condiciones concretas en las que se desarrolla la tarea educativa. Un lugar en el que los docentes conocedores de las distintas dimensiones de la realidad escolar, no siempre visibles desde otros espacios, reconocen y transitan las distancias entre el currículum prescripto y

el currículum que efectivamente puede desarrollarse; saben cómo las tradiciones institucionales condicionan las transformaciones; advierten los modos particulares en que los estudiantes se relacionan con los objetos, los sistemas y los problemas tecnológicos. Ese conocimiento no debe ser tratado como una experiencia menor que espera ser explicada desde afuera, en este sentido, el proyecto propone reunir estos saberes sin borrar sus diferencias. La universidad aporta categorías, antecedentes y herramientas de análisis. Las escuelas incorporan problemas, experiencias y condiciones que pueden cuestionar la suficiencia de esas categorías. El encuentro abre la posibilidad de construir una comprensión más compleja que aquella que cada actor alcanzaría por separado. Allí reside una de las apuestas centrales del conversatorio: no llevar respuestas terminadas al territorio, sino permitir que el territorio intervenga en la formulación de nuevas preguntas.

El territorio como fuente de conocimiento

Hablar de enseñanza situada no significa simplemente utilizar ejemplos cercanos ni adaptar una actividad diseñada previamente a las características de una comunidad. Situar la enseñanza supone reconocer que los conocimientos adquieren sentido dentro de prácticas, relaciones e historias concretas. En este sentido, Díaz Barriga Arceo (2006) sostiene que el conocimiento es situado porque forma parte de la actividad, del contexto y de la cultura en los que se produce y utiliza. Desde esta perspectiva, aprender y hacer son procesos inseparables, y la educación debería favorecer la participación activa y reflexiva de los estudiantes en prácticas culturalmente relevantes (p. 19).

Esta mirada resulta especialmente fecunda para la Educación Tecnológica, y así como cada territorio configura de un modo particular sus problemas técnicos, sus saberes y sus respuestas, cada institución en sí misma supone un modo de entender la realidad educativa de la disciplina con un tinte particular. Asimismo, el propio proyecto incorpora esta dimensión al proponer un conversatorio destinado a pensar los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios desde el contexto misionero y otro centrado en la relación entre enseñanza situada, territorio, escuela y aprendizajes con sentido (Camors y Proenza, 2026, p. 5).

Se instala en él la idea fuerza de convertir las particularidades territoriales como espacio fértil para generar preguntas capaces de ampliar la comprensión del campo. El territorio

deja entonces de ser un escenario sobre el que ocurre la educación y se convierte en una dimensión activa del conocimiento. Es entonces el territorio escolar en particular, el lugar donde enseñamos, pero por sobre todo el que nos permite y nos devela un escenario que nos enseña a formular otros problemas, ese escenario en el que las experiencias requieren ser interpretadas, contrastadas y puestas en relación con conceptos que permitan comprenderlas más allá de su singularidad.

Situar no es encerrar el conocimiento en lo inmediato. Es comenzar desde allí para abrir relaciones más amplias.

Formar docentes en Educación Tecnológica que aprendan a mirar con ojos de investigadores

Una asignatura vinculada con la investigación suele asociarse con el aprendizaje de técnicas: formular objetivos, seleccionar instrumentos, construir un marco teórico o analizar información. Estas herramientas son necesarias, pero no constituyen por sí solas una formación investigativa.

Investigar comienza antes. Comienza cuando una situación cotidiana deja de parecer natural. Cuando una actividad que siempre se realizó de la misma manera empieza a generar dudas. Cuando una dificultad deja de atribuirse rápidamente a la falta de interés de los estudiantes y se convierte en una oportunidad para interrogar la propuesta de enseñanza. Cuando advertimos que aquello que nombrábamos como un problema quizás era solo su manifestación más visible.

Formar docentes investigadores desarraiga la pretensión de que cada futuro docente se convierta en especialista en metodología o que se entienda que toda práctica debe adquirir la estructura de una investigación académica. Significa formar una disposición a observar, registrar, comparar, preguntar y revisar las propias interpretaciones.

El proyecto ubica precisamente allí su preocupación formativa: en aproximar a los futuros profesores a la realidad educativa como un territorio de problemas, evitando que lo cotidiano sea leído como una evidencia inmediata. La investigación no se presenta como un agregado metodológico ni como una práctica reservada a especialistas, sino como una manera de situarse frente al campo educativo (Camors y Proenza, 2026, pp. 3–4).

Esa disposición requiere aprender a tomar distancia de lo cotidiano sin alejarse de él. La familiaridad con la escuela puede hacernos creer que comprendemos todo lo que allí sucede. Sin embargo, muchas decisiones pedagógicas se sostienen en supuestos que pocas veces se hacen explícitos: qué entendemos por tecnología, qué consideramos aprendizaje, por qué valoramos ciertas actividades, qué esperamos que hagan los estudiantes y qué lugar asignamos al error, al diseño o a la experimentación en nuestras clases.

El conversatorio puede contribuir a volver visibles esos supuestos. Escuchar cómo otros docentes interpretan situaciones semejantes permite descubrir que lo que parecía evidente admite otras lecturas. Conocer la historia curricular de la disciplina ayuda a comprender que determinadas decisiones no son naturales, sino el resultado de debates y tradiciones. Entrar en contacto con nuevas perspectivas permite reconocer que algunas palabras compartidas, por ejemplo innovación, proyecto, proceso, problema, diseño, entre otras, no siempre significan lo mismo para todos.

Aprender a mirar de nuevo es aceptar que las prácticas educativas tienen más de una capa. La investigación comienza cuando dejamos de conformarnos con la primera.

Cuando lo conversado deja huella

Una conversación puede resultar movilizadora y, aun así, desvanecerse al finalizar el encuentro. Para que se convierta en una experiencia formativa necesita dejar huellas que permitan volver sobre ella. De este modo, el proyecto no se limita a la realización de los conversatorios, prevé espacios de diálogo sobre los proyectos estudiantiles, elaboración de infografías digitales, sistematización de las experiencias y producción de un libro colaborativo. También establece que los especialistas acompañen a los grupos, aporten preguntas y sugerencias y colaboren en la organización de la información sin sustituir la autoría de los estudiantes (Camors y Proenza, 2026, pp. 6–8).

Registrar no significa transcribir todo lo dicho. Implica seleccionar aquello que produjo un desplazamiento, reconocer preguntas recurrentes, identificar tensiones y reconstruir el recorrido del pensamiento. La escritura permite entonces, detener aquello que en la oralidad ocurre rápidamente y volver a examinarlo.

Los productos esperables de este proceso de registro como por ejemplo las infografías buscan dejar plasmadas jerarquizaciones de conceptos, establecer relaciones y decidir cómo representar visualmente un problema. El libro colaborativo, por su parte, se entiende como una memoria del proceso en el que se hagan visibles las voces que participaron, las preguntas que surgieron, las experiencias que obligaron a revisar ideas y los problemas que permanecen abiertos.

Jara Holliday (2018) define la sistematización como una interpretación crítica que, a partir del ordenamiento y la reconstrucción de una experiencia, permite reconocer la lógica del proceso vivido, los factores que intervinieron, las relaciones que se establecieron y los aprendizajes que pueden producirse. No se trata, por lo tanto, de enumerar actividades, sino de tomar distancia de lo acontecido para comprenderlo y orientar las prácticas futuras (pp. 61–63).

Una experiencia se vuelve formativa no solo por lo que sucede mientras se desarrolla, sino también por la capacidad de volver sobre lo vivido y aprender de ello.

Una universidad que también se deja interrogar

Como dijimos antes, el proyecto se inscribe en una concepción de la extensión universitaria que no busca trasladar respuestas desde la universidad hacia las escuelas, sino construir una relación de escucha, intercambio y producción compartida.

Esto exige que la universidad, en tanto espacio de formación, encuentre en el territorio aquello que modifica sus preguntas, cuestiona sus categorías y transforma sus maneras de formar. También cuando acepta algo más difícil: que el conocimiento académico no siempre posee, de antemano, todas las palabras necesarias para comprender lo que sucede en las aulas.

Escuchar al sistema educativo vuelve más responsable el trabajo universitario. Impide que las teorías se conviertan en explicaciones generales incapaces de reconocer las condiciones concretas en las que trabajan los docentes, muchos de ellos graduados de la misma universidad. Evita también que las propuestas de formación se construyan de espaldas a los problemas de las escuelas o que interpreten esas realidades únicamente desde la carencia, la demora o la distancia respecto de un modelo esperado.

En este punto, la tradición de la FAyD en el campo de la investigación en Educación Tecnológica vuelve a adquirir relevancia. Su aporte se encuentra, fundamentalmente, en haber acercado esas prácticas a la formación inicial. Los futuros profesores no son invitados a observar desde afuera una conversación entre especialistas. Forman parte de ella. Preguntan, producen, confrontan sus ideas, participan en procesos de sistematización y ensayan las primeras formulaciones de una mirada propia.

La extensión se convierte de este modo en una forma de ampliar el aula universitaria, cuando la formación docente entra en relación con voces, saberes y experiencias que no caben completamente dentro de los límites de una asignatura, trasladándose hacia la incertidumbre de las prácticas, con las palabras de quienes enseñan todos los días y con los problemas que emergen cuando los marcos conceptuales entran en contacto con la realidad.

El ciclo de conversatorios se integra así a una línea institucional sostenida por la Facultad de Arte y Diseño: fortalecer la Educación Tecnológica como campo de conocimiento, vincular la formación inicial con el desarrollo profesional y hacer de la investigación una práctica presente en el modo en que los futuros docentes aprenden a mirar la escuela. Esta línea, es parte de una posición institucional acerca de cómo se forma a un profesor: incorporándolo a las preguntas que mantienen vivo su campo profesional.

El derecho pedagógico a sostener preguntas

“Pensar la ET en clave de investigación. Tiempo de mates y preguntas” propone algo sencillo y, al mismo tiempo, profundamente desafiante: recuperar la conversación como una práctica capaz de producir conocimiento, una ronda en la que las experiencias puedan ser nombradas, las certezas puestas en tensión y las preguntas reconstruidas con otros, pensadas con otros. Una conversación que no se apresure a resolver aquello que todavía necesita ser comprendido.

La formación docente suele estar atravesada por la necesidad de responder: qué enseñar, cómo planificar, cómo evaluar, qué hacer frente a determinada dificultad. Todas son preocupaciones legítimas. Pero cuando la urgencia por responder se vuelve permanente, corremos el riesgo de actuar sobre problemas que todavía no hemos aprendido a formular

y nos atrevemos a decir, que aún no hemos aprendido a observar. Investigar comienza allí: en la posibilidad de suspender por un momento la respuesta disponible y mirar otra vez.

Quizás la potencia del conversatorio resida precisamente en eso. En recordarnos que el conocimiento no siempre se construye avanzando de manera lineal hacia una conclusión. A veces necesita volver sobre lo conocido, escuchar una voz que desacomode nuestras explicaciones, que nos incomode, y encontrar una pregunta allí donde antes solo veíamos una costumbre.

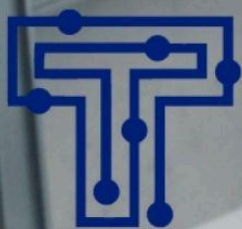
Formar docentes investigadores implica habilitar esa disposición. No para convertir la escuela en un laboratorio observado desde afuera, sino para reconocerla como un territorio vivo, complejo y todavía abierto a la interpretación. En esa apuesta se reconoce también una manera de comprender la formación docente del Profesorado en Educación Tecnológica que la FAyD ha sostenido a lo largo de su trayectoria, muy especialmente en el campo de la cátedra Investigación en Educación Tecnológica: los futuros profesores no se preparan únicamente para ingresar a un campo ya constituido. Se forman para participar de su construcción, discutir sus sentidos y producir nuevas preguntas sobre aquello que la Educación Tecnológica puede llegar a ser, un campo atravesado por cambios acelerados y por debates persistentes acerca de su identidad, en el que sostener preguntas no significa demorar la acción, significa crear las condiciones para que nuestras acciones no repitan respuestas que han dejado de interrogarnos.

Tal vez por eso haga falta una ronda y otra ronda, un tiempo menos apresurado, una palabra que circule... un mate que pase de mano en mano mientras algo que creíamos saber vuelve a convertirse en pregunta que nos moviliza, que nos incomoda. Allí está el espíritu de la investigación.

Referencias

- Camors, M. A., y Proenza, L. M. (2026). *Pensar la Educación Tecnológica en clave de investigación: tiempo de mates y preguntas* [Proyecto de extensión no publicado]. Facultad de Arte y Diseño, Universidad Nacional de Misiones.

- Díaz Barriga Arceo, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill Interamericana.
- Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Misiones. (2021, 17 de septiembre). *II Jornadas Virtuales en Educación Tecnológica. Congreso Nacional de Educación Tecnológica CoNET 2021*.
- Facultad de Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Misiones. (2025, 15 de abril). *III Jornadas Virtuales de Educación Tecnológica*.
- Freire, P. (1984). *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural* (L. Ronzoni, Trad.; 13.ª ed.). Siglo XXI Editores.
- Jara Holliday, O. (2018). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano.
- Ulloque, F. G. (2014). *Un estudio curricular de la Educación Tecnológica en la Argentina: Los diseños nacionales y jurisdiccionales para la escuela secundaria básica* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Córdoba]. Centro de Documentación e Investigación Educativa.



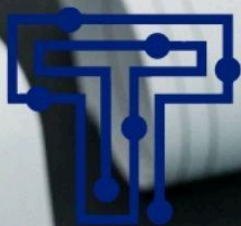
TechNE

Tecnología naturalis est

6. CRÓNICAS TÉCNICAS DE LA PATERNA PROFUNDA

26 - Crónicas Técnicas. Paternal profunda. Quinto grado. Por serle útil a una querida colega el profe, de suplente, se ha embarcado en un torneo de aeromodelismo escolar mediante unos clásicos avioncitos de madera balsa. Los tres estudiantes designados por sus compas para representar al grado comienzan a explorar hasta encontrar el gesto técnico más adecuado con el fin de aumentar la efectividad de los lanzamientos. Como dos de las lanzadoras oficiales hoy se habían ido antes, en la última hora Pé, el profe y el robusto y único varón del equipo (de gran inteligencia espacial, y designado por su grado como mejor lanzador de avioncitos) practican lanzamientos intensivamente en el gimnasio (¡aprovechemos los últimos veinte minutos que después ya se van todos!), el profe trata de poner en palabras las opciones de gestos técnicos que optimicen, Y fijatepensá que es como ponerlo en un tubo acá por arriba de tu cabeza y que con tu mano izquierda es como lo señalas al objetivo que está como allá arriba y con la otra mano lo enviás, y que tendría que hacer como este dibujo en el aire (y el profe lo hace así con la palma bien planita en el aire y es como que dibuja la víbora con el elefante adentro del Principito), y Pé que escucha atento, y hace lo suyo mezclado con lo que el profe intenta transmitirle; y cada vez lo lanza mejor, y mejor, y todo lo hacemos con los tres mejores avioncitos que ensamblaron sus compas (ninguno de los tres lo hizo él), y el profe le va alcanzando los avioncitos lanzados para que Él no se desconcentre; hasta que justo suena el timbre, tres minutos antes de convertirse el kung fu Panda en un pequeño saltamontes.

Claudio Andrés Sobico, Crónicas Técnicas de la Paternal Profunda. Experiencias en un Aula taller de un profe de Educación Tecnológica. Libro Anfibio (pronta publicación)



TechNE

Tecnología naturalis est

7. SECCIÓN ESPECIAL

5. 18. LA DECLARACIÓN DE NUEVA DELHI Y CÓMO INTERPELA A NUESTRO SISTEMA EDUCATIVO

Mgtr Carlos Marpegan

Dr. Juan C. Pintos

En febrero de 2026, Nueva Delhi fue sede de la AI Impact Summit, el tercer encuentro global de la serie iniciada en Bletchley Park (2023) y continuada en Seúl (2024), y el primero organizado en el Sur Global y desde TechNE no podemos dejar de resaltar no sólo el acontecimiento, sino también sus implicancias, sus reflexiones y sus simbolismos en este tiempo “tecnológico” en el que vivimos.

De dicho encuentro surgió la “**Declaración de Nueva Delhi**” que versa sobre el Impacto de la IA, es un documento no vinculante que —según la cobertura de la cumbre— terminó siendo suscripto por alrededor de ochenta y ocho países y organismos internacionales, entre ellos Estados Unidos, China y la Unión Europea⁶⁹. Elegimos sumar en este número de TechNe, un mojón, un punto de partida, no porque pretendamos resolver algo, sino porque nombra con bastante precisión el terreno en el que ya estamos parados quienes trabajamos en Educación Tecnológica.

La Declaración bajo el lema “**Bienestar para todos, felicidad para todos**”, organiza sus compromisos en siete pilares:

- democratización de recursos de IA,
- crecimiento económico y bienestar social,
- IA segura y confiable,
- IA para la ciencia,
- acceso para el empoderamiento social,
- desarrollo de capital humano, y
- sistemas de IA resilientes y eficientes

Para nuestra revista, el pilar desarrollo de capital humano, es el más directamente interpelante: allí se habla explícitamente de expandir la formación en IA, alfabetización

⁶⁹ Disponible en https://www.mea.gov.in/bilateral-documents?dtl/40809/AI_Impact_Summit_Declaration_New_Delhi_February_18_19_2026

digital, capacitación docente y reconversión laboral como condición para que la tecnología no profundice desigualdades ya existentes. Es decir el texto diplomático sostiene y reconoce que sin una política educativa deliberada, la “IA para todos” que promete el lema queda únicamente en un enunciado.

Ese reconocimiento es útil, pero también insuficiente, y ahí es donde la reflexión empieza a incomodar productivamente. Una declaración firmada por decenas de cancillerías dice poco sobre qué pasa en un aula concreta, con qué presupuesto, con qué formación docente y bajo qué correlación de fuerzas entre Estados y corporaciones tecnológicas. India llega a Delhi con una política de Estado sostenida en ciencia y tecnología, una inversión masiva en formación de ingenieros y una infraestructura pública de datos que le permite hablar de soberanía tecnológica con cierto respaldo material. Esa combinación es lo que vuelve interesante al caso indio para pensar nuestro país, nuestro sur.

No se encuentra registro de la participación de Argentina. Sí hubo presencia de la Ciudad de Buenos Aires, que se presentó en la cumbre como aspirante a hub tecnológico regional⁷⁰. Argentina no suscribió la Declaración, pero no sólo se trata de reclamar una firma más al pie de un documento diplomático, sino de preguntarse qué capacidades propias, sean curriculares, docentes, institucionales estamos construyendo para no llegar tarde otra vez a discutir con qué reglas se usa la IA en nuestras escuelas, hospitales y organismos públicos.

Para TechNe la Declaración de Delhi es una causa pedagógica. Si el mundo acuerda, aunque sea en el papel, que la IA debe enseñarse, cuestionarse y regularse antes de adoptarse sin más, la Educación Tecnológica tiene ahí un mandato: formar a quienes puedan interrogar los algoritmos, no solo operarlos; discutir sus sesgos y sus costos ambientales, no solo celebrar sus atajos; e imaginar usos situados en los problemas reales de nuestras comunidades, en lugar de importar soluciones ya empaquetadas.

Queda, como en toda declaración diplomática, la distancia entre el lenguaje de la cooperación internacional y las decisiones efectivas de cada Estado. Con esta mención pretendemos poner la discusión sobre la mesa de la sala de profesores.

Se la puede encontrar en:

⁷⁰ Se refiere a una ciudad, provincia o país que tiene como objetivo convertirse en el centro o núcleo principal de tecnología, innovación y emprendimiento de su zona geográfica.

Ministry of External Affairs, Government of India. (2026, 21 de febrero). AI Impact Summit Declaration, New Delhi (February 18–19, 2026) [Bilateral/Multilateral Document dtl/40809]. Government of India. https://www.mea.gov.in/bilateral-documents?dtl/40809/AI_Impact_Summit_Declaration_New_Delhi_February_18_19_2026

A continuación el documento completo, esta declaración fue adoptada y respaldada por 92 países y organizaciones internacionales, realizada por Gemini Google

Declaración de Nueva Delhi de la Cumbre sobre el Impacto de la IA

Nueva Delhi, 18 y 19 de febrero de 2026

Ministerio de Asuntos Exteriores, Gobierno de la India

Preámbulo y Visión Global Compartida

Guiada por el principio de «Sarvajam Hitaya, Sarvajam Sukhaya» («Bienestar para todos, felicidad para todos»), la Declaración subraya que los beneficios de la inteligencia artificial deben distribuirse de manera equitativa entre toda la humanidad. En este marco, se enfatiza:

- El fortalecimiento de la cooperación internacional y el compromiso de múltiples partes interesadas (multistakeholder).
- El pleno respeto por la soberanía nacional.
- El avance de la inteligencia artificial mediante marcos accesibles, seguros y confiables.

Los Siete Pilares (Chakras) de Acción

La Declaración se articula en torno a siete pilares fundamentales que sustentan la cooperación internacional en materia de IA:

1. **Democratización de los recursos de IA:** Reducir las asimetrías de cómputo, algoritmos y datos a escala global.
2. **Crecimiento económico y bien social:** Estimular la productividad, la innovación local y el bienestar colectivo.
3. **IA segura y confiable:** Establecer salvaguardas sólidas, marcos de ciberseguridad, integridad y mitigación de riesgos.
4. **IA para la ciencia:** Acelerar el descubrimiento científico interdisciplinario y la investigación colaborativa.
5. **Acceso para el empoderamiento social:** Fomentar la inclusión, la equidad de género y la reducción de la brecha digital.
6. **Desarrollo del capital humano:** Capacitación técnica, alfabetización digital masiva y recalcificación laboral (reskilling).
7. **Sistemas de IA resilientes, eficientes e innovadores:** Priorizar la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética y la robustez de la infraestructura digital.

Principales Compromisos y Entregables Globales

Los Estados y organismos participantes acordaron un conjunto de instrumentos y plataformas de colaboración voluntaria:

- **Carta para la Difusión Democrática de la IA (Charter for the Democratic Diffusion of AI):** Instrumento diseñado para asegurar el acceso asequible a infraestructuras y modelos fundacionales, promoviendo ecosistemas de innovación localmente pertinentes.
- **Bienes Comunes Globales de Impacto de la IA (Global AI Impact Commons):** Plataforma para escalar, transferir y replicar casos de uso de IA con alto impacto en el desarrollo socioeconómico.

- **Bienes Comunes de IA Confiable (Trusted AI Commons):** Repositorio internacional de herramientas, estándares técnicos, pruebas comparativas (benchmarks) y directrices éticas.
- **Red Internacional de Instituciones de IA para la Ciencia:** Red de centros científicos y académicos para potenciar la investigación computacional transfronteriza.
- **Plataforma de IA para el Empoderamiento Social:** Mecanismo para el intercambio multilateral de conocimientos y soluciones tecnológicas orientadas a la inclusión social.
- **Guía de Desarrollo Laboral y Principios de Recalificación en IA:** Marco estratégico para preparar el tejido sociolaboral ante la economía impulsada por la automatización y la IA.
- **Principios Rectores para una IA Resiliente y Eficiente:** Directrices para el desarrollo de infraestructuras sostenibles de bajo consumo energético, complementadas con una guía operativa de resiliencia infraestructural.

Permanecemos comprometidos con avanzar en nuestras aspiraciones compartidas para materializar los beneficios de la IA, y esperamos continuar cooperando para traducir estas aspiraciones en acciones concretas en el marco de los tres Sutas de la Cumbre sobre el Impacto de la IA de la India 2026.»

Adhirieron: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Costa Rica (*adhesión posterior*), Guatemala (*adhesión posterior*), Surinam, Cuba, Reino Unido, Francia, Alemania, Italia, España, Bélgica, Países Bajos, Suiza, Suecia, Finlandia, Dinamarca, Estonia, Irlanda, Rusia, India, China, Japón, Corea del Sur, Singapur, Israel, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Irán, Bangladés (*adhesión posterior*), Bután, Sri Lanka, Australia, Etiopía, Marruecos, Fiyi

5. 19. SOBRE LA CUSTODIA DE LA PERSONA HUMANA EN EL TIEMPO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ACERCA DE LA ENCÍCLICA *MAGNIFICA HUMANITAS* DEL PAPA LEÓN XIV

La encíclica *Magnifica humanitas*, reflexiona sobre la dignidad del ser humano en la era de la inteligencia artificial (IA). Publicada en mayo de 2026, propone orientar el desarrollo tecnológico hacia el bien común, recuperando la centralidad de la persona humana y de sus comunidades.

El documento parte de una idea central: la tecnología no es mala en sí misma, pero tampoco es neutral. Su impacto depende de las decisiones de quienes la crean, financian, regulan y utilizan. Señala que la IA, aunque imita capacidades lógicas, lo hace a través del cálculo estadístico de patrones y no mediante un razonamiento consciente o comprensión del contexto real; de modo que carece de conciencia moral, de sentido común profundo, de cuerpo orgánico, de intuición, afectos o capacidad de amar. Por eso, la IA debe estar al servicio del ser humano evitando convertirse en un instrumento de dominación, desigualdad o exclusión.

La encíclica destaca la dignidad humana, el bien común, la solidaridad, la subsidiariedad, el destino universal de los bienes y la justicia, aplicando los principios de la Doctrina Social de la Iglesia a los nuevos desafíos tecnológicos. También analiza los efectos de la IA sobre el trabajo, la educación, la verdad, la libertad y las relaciones sociales, reclamando que la transformación tecnológica proteja los derechos de los trabajadores y no aumente las desigualdades.

León XIV cuestiona la concentración de la riqueza y poder tecnológico en pocas manos; pide responsabilidad internacional, regulación, diálogo y cooperación entre las naciones, especialmente para evitar que la tecnología sea utilizada para la guerra, la manipulación o el control social.

En conclusión:

- Destino universal de los datos: Exige que la cultura algorítmica sirva al bien común, bajo principios de solidaridad y subsidiariedad.
- Primacía del trabajo humano: Defiende la centralidad y dignidad del trabajador ante el avance de la automatización.

- "Desarmar" la IA: Llama a abolir las lógicas de dominio, exclusión o guerra automatizada.
- Civilización del amor: Promueve marcos regulatorios globales, el multilateralismo y el cuidado de los más desposeídos, débiles y vulnerables.

Su mensaje radica en que el verdadero progreso no consiste en desarrollar tecnologías más poderosas, sino en hacer que esas innovaciones contribuyan a una humanidad más digna, justa, fraterna y solidaria.

Los editores

Texto completo de la Encíclica en:

<https://www.vatican.va/content/leo-xiv/es/encyclicals/documents/20260515-magnifica-humanitas.html>



HASTA LA PRÓXIMA

