

COLECCIÓN

**MATERIALES DE ESTUDIO**

**N° 01**

MAYO 2026

# **INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**

Una perspectiva socio-técnica y relacional

---

CALVIÑO, Néstor Gabriel <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR



COLECCIÓN  
**Materiales de Estudio**  
N° 01

mayo 2026

# **Integración de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales: una perspectiva socio-técnica y relacional**

CALVIÑO, Néstor Gabriel  
[ncalvino@fbioyf.unr.edu.ar](mailto:ncalvino@fbioyf.unr.edu.ar)

ÁREA DE INTEGRACIÓN DISCIPLINAR Y ESTUDIO  
DE LA PROBLEMÁTICA PROFESIONAL  
Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas  
Universidad Nacional de Rosario

Área IDEPP, FCByF, UNR  
Suipacha 531, piso 1°, S2002LRK, Rosario  
Santa Fe, Argentina

## RESUMEN

Este material de estudio aborda la relación entre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la enseñanza de las Ciencias Experimentales desde el encuadre teórico de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT). Desde este posicionamiento, las TIC no son concebidas como instrumentos neutros ni como variables independientes capaces de producir transformaciones educativas por sí mismas, sino como artefactos situados en entramados sociotécnicos complejos, co-construidos por actores, instituciones, prácticas y saberes en contextos históricos y sociales concretos.

El material se organiza en cuatro capítulos que desarrollan, de manera progresiva y articulada, los marcos conceptuales necesarios para comprender y orientar la integración de las TIC en la enseñanza. El primer capítulo introduce el encuadre teórico de los ESCyT como perspectiva para analizar las TIC y su relación con las prácticas educativas, y presenta el enfoque de los tipos de actividades de aprendizaje como herramienta para pensar la integración desde los procesos cognitivos y disciplinares. El segundo capítulo desarrolla la distinción conceptual entre incorporación e integración de las TIC, propone una definición de innovación educativa como proceso dinámico, relacional y situado, y analiza la integración como fenómeno sistémico que opera simultáneamente en niveles micro, meso y macro del sistema educativo. El tercer capítulo presenta el modelo TPACK como herramienta operativa para la planificación didáctica en el nivel micro, situando explícitamente sus alcances y limitaciones dentro del encuadre sociotécnico que estructura el material. El cuarto capítulo aborda la dimensión de las desigualdades digitales, propone superar el concepto de brecha digital a favor de una perspectiva relacional de la desigualdad, y analiza las políticas públicas de integración de las TIC en América Latina y Argentina como campo en el que se expresan concretamente esas tensiones.

En conjunto, el material sostiene que la integración efectiva y transformadora de las TIC en la educación no depende de la disponibilidad de recursos tecnológicos sino de la calidad de las relaciones que se establecen entre actores, saberes, instituciones y artefactos en contextos situados. Su propósito es ofrecer a los docentes marcos conceptuales y herramientas analíticas que les permitan tomar decisiones pedagógicamente fundadas sobre el uso de las TIC, orientadas a la producción de conocimiento significativo y a la reducción de las desigualdades socioeducativas.

**PALABRAS CLAVE:** integración sociotécnica de TIC - innovación educativa relacional - enseñanza de ciencias experimentales - desigualdad digital - modelo TPACK - Estudios Sociales de Ciencia y la Tecnología - políticas TIC

### **INTRODUCCIÓN A LAS TIC**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ocupan un lugar central en los debates contemporáneos sobre educación. Sin embargo, la forma en que se las conceptualiza, condiciona decisivamente el modo en que se las integra en las prácticas de enseñanza y en el diseño de las políticas educativas. Este capítulo propone un encuadre para comprender las TIC no como instrumentos neutros ni como fuerzas autónomas de transformación, sino como artefactos situados en entramados sociales, institucionales y culturales complejos. Ese encuadre proviene de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT), campo disciplinar que ofrece herramientas conceptuales para analizar de manera crítica los vínculos entre tecnología y sociedad. A partir de ese posicionamiento, el capítulo introduce el enfoque de los tipos de actividades de aprendizaje como punto de articulación entre el análisis sociotécnico y las decisiones pedagógicas concretas en la enseñanza de las Ciencias Experimentales.

#### **Lectura sugerida**

Blanchard, Harris y Hofer (2011). Science learning activity types. Recuperado del wiki Learning Activity Types (LATs) de la Facultad de Educación del College of William and Mary.

---

### **1.1. El encuadre de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología**

Los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología<sup>1</sup> (ESCyT) constituyen un campo interdisciplinar que desde mediados del siglo XX viene construyendo perspectivas críticas sobre los modos en que la ciencia y la tecnología se producen, circulan y se inscriben en la sociedad. Su premisa central es que las tecnologías no son entidades autónomas que producen efectos sobre un contexto social preexistente, sino que son co-construidas por actores humanos y no humanos, atravesadas por relaciones de poder, negociaciones, intereses y condiciones históricas específicas. En este sentido, los ESCyT proveen herramientas para una participación más democrática en el diseño, implementación, evaluación y uso de las tecnologías y de las políticas que las regulan (Thomas, Fressoli y Lalouf, 2008).

---

<sup>1</sup> En la literatura especializada coexisten distintas denominaciones para este campo: Estudios Sociales de la Tecnología (EST), Estudios Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT). En este material se adopta la última denominación por ser la más abarcadora e incluir tanto la dimensión tecnológica como la científica. Thomas, Fressoli y Lalouf (2008), cuya obra es una referencia central del campo en América Latina, utilizan la denominación EST.

Uno de los aportes conceptuales más productivos de este campo es la categoría de lo socio-técnico, que permite superar la dicotomía analítica entre lo tecnológico y lo social como esferas de existencia independiente. Wiebe Bijker (uno de los referentes del enfoque Constructivista Social de la Tecnología, SCOT) sintetiza esta idea al señalar que todos los ensamblajes estables son estructurados al mismo tiempo tanto por lo técnico como por lo social (Bijker, 1995, citado en Thomas, 2000). En la misma dirección, Trevor Pinch sostiene que el desarrollo de un artefacto tecnológico no es simplemente un logro técnico: en él se encuentran inmersos elementos sociales, políticos y económicos (Pinch, 2015). Esta perspectiva lleva a concebir las tecnologías como parte de un tejido sin costuras (metáfora propuesta por los propios autores del campo) en el que lo técnico y lo social se entrelazan de manera indisoluble.

Desde esta perspectiva, comprender una tecnología implica abrir su caja negra: desentrañar los procesos de negociación, los grupos de actores involucrados, las decisiones que fueron tomadas y las alternativas que fueron descartadas en su diseño y desarrollo (Kreimer, 1999; Thomas, 2000). Las tecnologías no tienen efectos predeterminados ni caminos evolutivos únicos: su funcionamiento y sus consecuencias dependen de las relaciones que se establecen entre ellas y los actores, instituciones y prácticas en las que se inscriben.

En el campo de la educación, los ESCyT han contribuido a desplazar los enfoques reduccionistas que analizan las TIC desde sus supuestos efectos sobre los procesos educativos, para proponer una mirada que comprende su integración como un proceso de co-construcción sociotécnica en el que intervienen una multiplicidad de actores, instituciones y artefactos heterogéneos cuyas relaciones son también heterogéneas (Calviño, 2022; Guido, 2009). Desde este encuadre, la integración de las TIC en la educación no es un proceso lineal ni neutral: es un proceso abierto al cuestionamiento y al análisis, en el que las tecnologías adquieren sentidos distintos según el entramado de relaciones en que se inscriben.

## **1.2. Las TIC como elemento relacional de entramados sociotécnicos**

Las TIC constituyen un conjunto heterogéneo de dispositivos, sistemas, prácticas y saberes que median los procesos de producción, circulación y uso de la información en la sociedad contemporánea. Desde la perspectiva de los ESCyT, no son meros instrumentos sino artefactos situados en redes de relaciones que involucran actores, instituciones, políticas y culturas pedagógicas (Calviño, 2022). Su análisis requiere comprender tanto la dimensión material de los dispositivos como la dimensión simbólica, organizacional y pedagógica de su uso.

En el campo educativo, esta mirada invita a superar la idea de que las tecnologías se aplican a la enseñanza como si fueran herramientas externas a ella, para comprender que educación y tecnología se co-construyen mutuamente en contextos históricos y sociales concretos. La emergencia de las TIC en la educación no obedece a una lógica tecnológica autónoma sino que se inscribe en procesos más amplios de digitalización de la vida social y de transformación de los modos de acceso, circulación y validación del conocimiento.

Esta perspectiva permite también cuestionar el imaginario, ampliamente difundido en las políticas educativas y en la literatura sobre innovación, según el cual la mera presencia de tecnologías en las aulas garantiza mejoras en los aprendizajes o produce transformaciones pedagógicas casi de manera automática. Como señala Albornoz (2019), este imaginario ha llevado a concebir a los artefactos tecnológicos como portadores intrínsecos de progreso, invisibilizando los complejos procesos sociales, institucionales y pedagógicos que determinan cómo, quiénes y con qué consecuencias se apropian de ellas. La integración efectiva de las TIC exige, por tanto, una transformación profunda de las prácticas y de los vínculos pedagógicos, en lugar de una simple sustitución de recursos analógicos por digitales.

### **1.3. Las TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales: el enfoque de tipos de actividades de aprendizaje**

En el campo de las prácticas docentes y desde el enfoque de los ESCyT presentado anteriormente, se sostiene que las TIC por sí mismas no producen transformaciones, por tanto, la pregunta relevante no es qué tecnologías están disponibles sino qué procesos cognitivos y disciplinares se quieren promover y qué papel pueden cumplir las tecnologías en función de esos propósitos.

Este desplazamiento desde la disponibilidad tecnológica a la intencionalidad pedagógica es precisamente el que propone el trabajo de Blanchard, Harris y Hofer (2011), que constituye la lectura de referencia para este capítulo. El trabajo se inscribe en el proyecto colaborativo Learning Activity Types (LATs) de la Facultad de Educación del College of William and Mary y ofrece un marco taxonómico que vincula actividades de aprendizaje específicas con las tecnologías que pueden potenciar su desarrollo. Su contribución central radica en desplazar el foco desde la herramienta hacia el tipo de conocimiento y la acción cognitiva que se busca promover: en lugar de partir del software disponible, propone comenzar por el objetivo pedagógico y, a partir de él, seleccionar la tecnología más adecuada.

El trabajo identifica y describe cuarenta tipos de actividades de aprendizaje en Ciencias Naturales, organizadas en tres categorías: (i) construcción del conocimiento conceptual, (ii) construcción del conocimiento procedimental y (iii) expresión del conocimiento. Las actividades de construcción del conocimiento procedimental se basan en las características esenciales de la indagación escolar e involucran procesos de observación, experimentación y uso de equipamiento científico. Actividades como leer textos, tomar apuntes, analizar datos o debatir resultados se asocian con tecnologías específicas (hojas de cálculo, simuladores, plataformas de comunicación) que pueden potenciar el aprendizaje cuando su selección responde a una decisión pedagógica fundada.

El valor de este enfoque reside precisamente en que la tecnología no es el punto de partida sino un medio para favorecer el desarrollo de competencias científicas y cognitivas. Integrar las TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales implica, desde esta perspectiva, diseñar experiencias de aprendizaje que vinculen la tecnología con los procesos de construcción del conocimiento científico: la innovación no radica en incorporar más herramientas sino en redefinir las actividades de aprendizaje a partir de los modos en que la tecnología puede ampliar las formas de indagar, representar y comunicar el conocimiento.

Este enfoque es coherente con el posicionamiento sociotécnico que estructura el material, al reconocer que la integración de las TIC debe emerger de las necesidades y finalidades educativas, no de la oferta tecnológica disponible. El capítulo siguiente profundiza en esa lógica, desarrollando la distinción entre incorporación e integración como problema conceptual central para comprender la naturaleza de los procesos de innovación educativa mediados por TIC.

## CAPÍTULO 2 |

### **INTEGRACIÓN DE LAS TIC**

La presencia de las TIC en los escenarios educativos no garantiza por sí misma la transformación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, la innovación ni la mejora de los aprendizajes (Cortés, 2017). Esta afirmación, en el marco de una fuerte expansión tecnológica, constituye el punto de partida necesario para comprender qué implica integrar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este capítulo se propone tensionar la distinción entre la integración y la incorporación de las TIC, esto es, la distinción entre ambos términos no es meramente semántica sino que expresa concepciones radicalmente distintas sobre el rol de la tecnología en la educación, sobre los actores que intervienen y sobre las condiciones que hacen posible, o imposible, la transformación de las prácticas. Este capítulo desarrolla esa distinción y propone un marco para comprender la integración de las TIC como un proceso sistémico, multinivel y situado, en el que la innovación educativa emerge no de la tecnología en sí misma, sino de las relaciones que se establecen entre actores, saberes, instituciones y artefactos en contextos históricos y sociales concretos.

#### **Lectura sugerida**

Sosa Díaz, M. J. y Valverde Berrocoso, J. (2022). Hacia una educación digital. Modelos de integración de las TIC en los centros educativos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 27(94), 939-970

---

### **2.1. Incorporación e integración: una distinción conceptual necesaria**

En el campo educativo, la introducción de tecnologías digitales ha sido frecuentemente concebida como un proceso de incorporación, esto es, los dispositivos, las plataformas, las aplicaciones son incluidas a las prácticas preexistentes sin que ello implique una reconfiguración de los roles, los modos de producción del conocimiento ni las lógicas de interacción entre docentes y estudiantes. Bajo esta lógica, la tecnología opera como un recurso de apoyo o sustitución, reemplaza al pizarrón, al libro de texto, a la clase expositiva, pero no modifica la estructura de la situación educativa ni los supuestos pedagógicos que la sostienen.

La integración, en cambio, implica un proceso cualitativamente distinto. Integrar las TIC supone reconfigurar el escenario educativo en sus dimensiones pedagógicas, tecnológicas e institucionales: la tecnología deja de ser un accesorio y pasa a ser un componente estructural de la propuesta de enseñanza, condicionando los modos en que se accede al

conocimiento, se construyen representaciones, se colabora y se evalúa (Calviño, 2022). Esta distinción no es sólo analítica sino que tiene consecuencias prácticas directas: una misma herramienta tecnológica puede ser incorporada (usada instrumentalmente para hacer lo mismo de otro modo) o integrada (usada para hacer posible algo que antes no era posible o para transformar la naturaleza de la actividad de aprendizaje).

Desde una perspectiva socio-técnica, la diferencia entre incorporación e integración puede formularse en términos de la profundidad del entramado relacional que se produce. La incorporación deja intactas las relaciones entre actores, saberes e instituciones; la integración las reconfigura, produciendo nuevas articulaciones entre lo tecnológico y lo pedagógico que no son reductibles a ninguno de los dos polos por separado (Calviño, 2022). En este sentido, la integración de las TIC no es un evento, sino un proceso dinámico, continuo, situado y atravesado por múltiples factores que operan en distintos niveles del sistema educativo.

## **2.2. La innovación educativa como proceso relacional y situado**

Esta distinción entre incorporación e integración remite a una concepción de innovación educativa alejada de la mera introducción de novedades tecnológicas, evitando, de esta manera, que cualquier situación o proceso de incorporación de TIC pueda presentarse como innovadora. Se asume este posicionamiento dado que esa forma de concebir a la innovación ha demostrado mayor limitación explicativa y mayor costo institucional en las últimas décadas de política educativa que promovieron la integración de las TIC al escenario educativo.

En el marco de este material de estudio, se adopta una perspectiva que entiende la innovación como un proceso de cambio y evolución en el que la tecnología es un medio al servicio de finalidades pedagógicas, no un fin en sí misma. Como señala Cobo (2016), "cuando hablamos de innovación el cambio más importante no es tecnológico sino de sentido" (p. 23). Esta formulación desplaza el centro de gravedad desde el artefacto hacia las prácticas, los actores y las condiciones que posibilitan, o limitan, la transformación efectiva.

En esta misma dirección, la innovación educativa mediada por TIC puede entenderse como un proceso dinámico, relacional y situado que ocurre cuando los docentes se apropian de la tecnología de manera reflexiva y cuando ese uso logra converger con finalidades pedagógicas específicas, produciendo transformaciones observables en los modos de enseñar, de aprender y de producir conocimiento (Calviño, 2022). Esta definición tiene tres implicaciones relevantes para el análisis:

- La innovación no reside en la tecnología sino en el uso pedagógico que se hace de ella, lo que significa que el mismo artefacto puede ser usado de manera innovadora o de manera meramente instrumental según el entramado de relaciones en el que se inscribe
- La apropiación docente es condición necesaria pero no suficiente, dado que la innovación requiere también condiciones institucionales y políticas que la habiliten.

- La innovación es siempre situada (ocurre en contextos específicos, con actores específicos, en instituciones con culturas y recursos particulares) y no puede transferirse mecánicamente de un contexto a otro.

### 2.3. La integración de las TIC como proceso sistémico y multinivel

Una de las contribuciones más relevantes de Sosa Díaz y Valverde Berrocoso (2022) consiste en superar los enfoques que reducen la integración de las TIC a variables individuales (las competencias del docente, sus actitudes hacia la tecnología) para proponer una perspectiva sistémica que da cuenta de la complejidad del fenómeno. Al respecto, los autores identifican tres niveles de influencia que se interrelacionan de manera dinámica y que tienen distintos grados de responsabilidad en el proceso de integración:

- El **nivel micro** es el de responsabilidad individual y refiere a las características del docente: sus creencias, actitudes, competencias digitales, motivación y disposición al trabajo colaborativo. Es el nivel más visible en la investigación sobre integración TIC, aunque paradójicamente el menos determinante si no está acompañado por condiciones favorables en los otros dos niveles.
- El **nivel meso** es el de responsabilidad institucional y agrupa los factores que configuran la organización del centro educativo: el liderazgo directivo, la infraestructura tecnológica disponible, las políticas internas sobre uso de TIC, el clima escolar y la cultura colaborativa entre docentes. Este nivel es frecuentemente subestimado en los diagnósticos de integración pero resulta determinante: un docente con alta competencia digital y disposición innovadora puede encontrar en su institución condiciones que faciliten o, por el contrario, que limiten sistemáticamente sus iniciativas.
- El **nivel macro** es el de responsabilidad político-contextual y comprende las políticas nacionales e internacionales sobre TIC en educación, las tendencias globales y los marcos normativos que establecen metas y condiciones para el conjunto del sistema educativo. Este nivel opera como condición de posibilidad estructural: define qué recursos se distribuyen, bajo qué criterios y con qué racionalidades pedagógicas o económicas.

La pertinencia analítica de este enfoque multinivel radica en que permite comprender por qué la integración de las TIC no puede reducirse a intervenciones puntuales sobre uno solo de sus niveles. Las políticas de dotación tecnológica masiva han demostrado reiteradamente sus límites cuando no se articulan con transformaciones en el nivel meso institucional y con procesos de apropiación genuina en el nivel micro docente (Sosa Díaz y Valverde Berrocoso, 2022; Calviño, 2022). Del mismo modo, las innovaciones surgidas en el nivel micro difícilmente se consolidan y escalan si no encuentran en el nivel meso una cultura institucional que las sostenga y en el nivel macro una política que las reconozca y apoye.

### 2.4. Dos modelos de integración: la catedral y el bazar

A partir de su investigación empírica en centros educativos de educación primaria, Sosa Díaz y Valverde Berrocoso (2022) identifican dos modalidades predominantes de

introducción de las TIC en las instituciones escolares, que denominan modelo catedral y modelo bazar.

El **modelo catedral** se caracteriza por ser jerárquico y centralizado: las decisiones sobre qué tecnologías incorporar, cómo organizarlas y bajo qué criterios pedagógicos usarlas son adoptadas "de arriba abajo" por la administración educativa, sin participación de los docentes ni de la comunidad escolar. En este modelo, el docente recibe la tecnología como una imposición externa y se ve obligado a adaptarla a sus prácticas sin haber participado en su selección ni en la definición de sus propósitos. El resultado frecuente es la desmotivación, la subutilización de los recursos y la reproducción de prácticas tradicionales con nuevas herramientas: incorporación en lugar de integración (Sosa Díaz y Valverde Berrocoso, 2022).

El **modelo bazar**, en contraste, es horizontal y descentralizado: las iniciativas de integración surgen desde la experiencia y las necesidades concretas de los propios docentes, que comparten materiales, estrategias y herramientas con sus colegas en una dinámica colaborativa y de abajo hacia arriba. En este modelo, el centro educativo se convierte en un espacio abierto de producción e intercambio pedagógico, donde la innovación emerge de la práctica reflexiva y del trabajo conjunto. Como señalan los autores, este modelo requiere que las escuelas se constituyan en espacios donde sea posible conformar equipos de trabajo mixtos e interdisciplinarios que aprendan y trabajen conjuntamente con el objetivo de integrar las TIC (Sosa Díaz y Valverde Berrocoso, 2022, p. 961).

La distinción catedral/bazar no es una tipología rígida sino un instrumento analítico que permite evaluar el grado de participación docente, la naturaleza de las decisiones sobre tecnología y la cultura institucional que subyace a cada proceso de integración. En términos sociotécnicos, el modelo bazar es el que produce entramados relacionales más densos y, por tanto, el que tiene mayor potencial para generar innovación educativa genuina: las decisiones sobre tecnología están ancladas en necesidades pedagógicas concretas, los docentes se apropian de las herramientas porque las han elegido y las han probado, y el conocimiento circula horizontalmente entre pares.

## **2.5. Implicaciones para la enseñanza de las Ciencias Experimentales**

La integración de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales no escapa a la lógica sistémica y multinivel que se ha descrito. Por el contrario, las características propias de este campo disciplinar (la centralidad de la indagación, la experimentación, la modelización y la construcción colectiva del conocimiento científico) hacen que la distinción entre incorporación e integración resulte especialmente relevante.

Una TIC incorporada en la enseñanza de las ciencias puede cumplir funciones de transmisión (presentar información, ilustrar conceptos) sin alterar la estructura de la actividad cognitiva del estudiante. Una TIC integrada, en cambio, puede habilitar formas de indagación que no serían posibles sin ella: la simulación de fenómenos no observables a escala humana, la visualización de procesos moleculares, la colaboración en tiempo real sobre conjuntos de datos, el registro y análisis de experimentos con herramientas digitales

de medición. La diferencia no reside en la herramienta sino en el diseño pedagógico que la convoca y en las condiciones institucionales que lo hacen posible.

Para que la integración de las TIC en las Ciencias Experimentales sea genuinamente transformadora, es necesario que opere simultáneamente en los tres niveles identificados: que los docentes desarrollen criterios pedagógicos sólidos para seleccionar y articular tecnologías con los modos de indagación propios de cada disciplina; que las instituciones provean infraestructura, tiempo y cultura colaborativa que sostengan esas decisiones; y que las políticas reconozcan y apoyen las iniciativas surgidas desde la práctica, en lugar de imponer modelos estandarizados desconectados de las necesidades reales de los centros educativos.

El capítulo siguiente profundiza precisamente en la dimensión del nivel micro identificada en este capítulo: los conocimientos que el docente necesita articular para tomar decisiones pedagógicamente fundadas sobre el uso de las TIC. Para ello se presenta el modelo TPACK como herramienta operativa de planificación didáctica, situado dentro del encuadre sociotécnico que organiza este material y con sus límites explícitamente reconocidos.

### **INTEGRACIÓN EFECTIVA DE LAS TIC: MODELO TPACK**

La integración efectiva de las TIC en los procesos de enseñanza requiere marcos conceptuales que orienten la toma de decisiones didácticas en situaciones concretas. En ese plano operativo, el modelo TPACK (*Technological, Pedagogical and Content Knowledge*), desarrollado originalmente por Mishra y Koehler (2006) a partir del concepto de conocimiento pedagógico del contenido de Shulman (1986), constituye una herramienta analítica de utilidad para la planificación en el nivel micro de la práctica docente.

No obstante, antes de desarrollar sus componentes, resulta necesario situar sus alcances y limitaciones desde el encuadre socio-técnico que estructura este material. El TPACK es un modelo de base cognitiva e individual: describe tipos de conocimiento que un docente debe articular, pero no da cuenta de las condiciones institucionales, políticas y relacionales que configuran la práctica real, ni de las redes de actores humanos y no humanos en las que esa práctica se inscribe. Por ello, su uso en este material es deliberadamente acotado: se lo adopta como instrumento para organizar decisiones de planificación didáctica en el nivel micro, con plena conciencia de que su capacidad explicativa no alcanza para comprender los procesos de integración socio-técnica en su complejidad. Esa dimensión más amplia es abordada por los marcos desarrollados en los capítulos anteriores y siguientes.

#### **Lectura sugerida**

Morales Soza, M. G. (2020). TPACK para integrar efectivamente las TIC en educación: Un modelo teórico para la formación docente. *Revista Electrónica de conocimientos, saberes y prácticas*, 3(1), 133–148.

---

### **3.1. Los componentes del modelo y sus intersecciones**

El modelo TPACK se estructura a partir de tres tipos de conocimiento base cuya articulación dinámica define la calidad de la integración tecnológica en la enseñanza:

- el **Conocimiento del Contenido** (*Content Knowledge*, CK) refiere al dominio conceptual, procedimental y epistemológico del campo disciplinar. En el caso de las Ciencias Experimentales, comprende los principios científicos, los procesos de indagación y los modos de validación del conocimiento propios de cada disciplina;
- el **Conocimiento Pedagógico** (*Pedagogical Knowledge*, PK) abarca las teorías, estrategias y metodologías de enseñanza, así como la comprensión de los procesos de aprendizaje, la gestión del aula y los criterios de evaluación; y

- el **Conocimiento Tecnológico** (*Technological Knowledge*, TK) involucra el manejo de herramientas digitales tanto en su dimensión técnica como en su potencial para representar, modelizar y comunicar conocimiento de maneras que los recursos analógicos no habilitan.

Estos tres conocimientos no operan de manera independiente sino que sus intersecciones generan configuraciones específicas que Morales Soza (2020) describe del siguiente modo:

- el **Conocimiento Pedagógico del Contenido** (*Pedagogical Content Knowledge*, PCK) articula el saber disciplinar con estrategias de enseñanza adecuadas para facilitar su comprensión;
- el **Conocimiento Pedagógico Tecnológico** (*Technological Pedagogical Knowledge*, TPK) refiere a cómo la tecnología transforma las estrategias didácticas y habilita nuevas formas de aprendizaje activo, colaborativo y multimodal; y
- el **Conocimiento Tecnológico del Contenido** (*Technological Content Knowledge*, TCK) designa la comprensión de cómo las herramientas tecnológicas pueden modelizar o explorar contenidos con mayor potencia que los recursos tradicionales.

La intersección total de los tres conocimientos constituye el TPACK propiamente dicho: el conocimiento integrado necesario para enseñar con tecnología de manera significativa y reflexiva. Morales Soza sostiene que:

“este modelo es la base de la enseñanza efectiva con tecnología que implica la comprensión del docente sobre la coordinación de actividades concretas, basadas en los contenidos específicos de una disciplina, empleando técnicas pedagógicas y recursos tecnológicos de forma constructiva” (2020, p. 139).

De este modo, el modelo TPACK orienta la práctica docente hacia una enseñanza reflexiva, donde las decisiones sobre el uso de la tecnología están subordinadas a los propósitos pedagógicos y disciplinarios.

### 3.2. La dimensión contextual

El modelo TPACK reconoce que la integración tecnológica no ocurre en el vacío, sino en contextos educativos específicos que pueden potenciar o limitar su aplicación. Morales Soza (2020) identifica una serie de factores contextuales que condicionan la implementación efectiva del modelo, tales como los aspectos organizativos, disponibilidad de recursos, políticas institucionales, trayectorias formativas docentes y características de los estudiantes. Esta dimensión contextual es, precisamente, el punto en que el TPACK encuentra su límite explicativo más visible: los factores que menciona quedan como variables de entorno externas al modelo, sin que este provea herramientas para analizarlos relacionadamente. Es allí donde el encuadre socio-técnico resulta indispensable para comprender por qué una misma herramienta produce efectos radicalmente distintos según el contexto institucional y social en que se inscribe.

Por ello, el TPACK no debe entenderse como una fórmula universal aplicable a cualquier contexto, sino como un modelo que proporciona criterios para que el docente navegue con flexibilidad las decisiones didácticas, articulando los tres dominios de conocimiento en

función de los objetivos de enseñanza y las condiciones disponibles. Esta flexibilidad no es arbitraria, sino que implica que el docente reconozca las tensiones entre lo pedagógicamente deseable y lo tecnológicamente disponible, y tome decisiones fundadas en esa tensión antes que en la oferta tecnológica del momento. La articulación entre los tres dominios no sigue una lógica lineal ni jerárquica fija, sino que varía según el contenido disciplinar, el grupo de estudiantes y el contexto institucional específico. En palabras de Morales Soza:

“las soluciones están en la habilidad de los docentes de navegar flexiblemente los espacios teniendo como criterios los tres elementos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos, y las complejas interacciones entre estos elementos en contextos específicos” (2020, p. 141).

### **3.3. Implicaciones para la planificación didáctica en Ciencias Experimentales**

Planificar desde el enfoque TPACK supone una secuencia de decisiones con un orden lógico definido: primero los contenidos disciplinares (qué enseñar), luego las estrategias pedagógicas (cómo enseñar) y finalmente la selección de herramientas tecnológicas (con qué y por qué). Esta secuencia es relevante porque invierte la lógica tecnocéntrica que con frecuencia predomina en las prácticas de integración, donde la disponibilidad del recurso precede y condiciona la decisión pedagógica. Al respecto, Morales Soza (2020) sostiene que se debe “integrar la tecnología al diseño de la propuesta didáctica, en función de las necesidades curriculares, pedagógicas y de aprendizaje de los alumnos; nunca a la inversa” (p. 142).

Para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, esta orientación adquiere especificidad: las decisiones sobre tecnología deben estar subordinadas a los modos de indagación propios de cada disciplina, a los procesos de modelización y a las formas de validación del conocimiento científico escolar. La tecnología, en este marco, no reemplaza la indagación sino que puede ampliar sus posibilidades representacionales y comunicativas cuando su incorporación responde a una decisión pedagógica fundada.

El TPACK constituye, entonces, una herramienta útil para organizar esa toma de decisiones en el nivel de la práctica concreta. Su productividad analítica se potencia cuando se lo articula con una comprensión más amplia de los procesos socio-técnicos, institucionales y políticos que enmarcan, y frecuentemente condicionan, lo que es posible hacer en el aula. Una de esas condiciones estructurales es la distribución diferencial del acceso a las tecnologías y de las posibilidades de apropiación significativa de las mismas. Ese es el problema que aborda el capítulo siguiente

## **DESIGUALDADES DIGITALES Y POLÍTICAS DE INTEGRACIÓN DE LAS TIC**

El análisis de la integración de las TIC en los sistemas educativos no puede desvincularse de las condiciones estructurales que determinan quiénes acceden a estas tecnologías, en qué condiciones y con qué resultados. Este capítulo aborda esa dimensión a partir de dos movimientos complementarios: por un lado, la revisión crítica del concepto de brecha digital y su reemplazo por una perspectiva relacional de la desigualdad digital; por otro, el análisis de las políticas públicas de integración de las TIC en América Latina y Argentina como expresión concreta de los modos en que los Estados han intentado, con resultados desiguales, responder a esas desigualdades.

### **Lectura sugerida**

Welschinger, N. (2020). La emergencia de la cuestión digital: de la perspectiva de la brecha a la desigualdad digital. Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA), *Desigualdades y pobreza multidimensional*, 2, 137-156.

### **4.1. La brecha digital como problema dominante (y limitado)**

Históricamente, la relación entre tecnología y desigualdad educativa se articuló en torno al concepto de "brecha digital", que operó, según Welschinger (2020), produciendo un esquema binario de incluidos y excluidos tomando como único criterio la posesión y el acceso a los dispositivos tecnológicos. Este encuadre habilitó dos imperativos que justificaron las políticas de inclusión digital: uno externo, orientado a preparar a los estudiantes con las competencias que demanda la "economía del conocimiento" y el mercado laboral; y uno interno, fundado en la expectativa de que las tecnologías mejorarían la calidad educativa de manera casi automática.

Bajo estos supuestos, los Estados implementaron políticas masivas de equipamiento escolar, entre las que se destacaron los programas bajo el modelo 1 a 1, cuya promesa era reducir la brecha digital mediante el acceso universal a computadoras e internet (Welschinger, 2020). Si bien estas iniciativas significaron avances en términos de infraestructura, su impacto pedagógico y social fue limitado: no lograron modificar los patrones estructurales de desigualdad ni garantizar usos significativos de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## **4.2. Crítica a la perspectiva tecnologicista y categorial**

Welschinger (2020) denomina "perspectiva tecnologicista" a esta forma dominante de comprender la relación entre tecnología y educación. Su supuesto central es que la mera introducción de artefactos tecnológicos generará, casi de manera inmediata, transformación escolar y mejora de los aprendizajes, como si la interacción entre artefactos e individuos ocurriera en el vacío y entre dos términos autocontenidos. Esta caracterización coincide con la que realiza Inés Dussel (2014) al analizar el Programa Conectar Igualdad en Argentina: las políticas de integración de las TIC tienden a ser evaluadas no por el entramado relacional que producen, sino por el grado de uso de los dispositivos o la mejora en desempeños estandarizados, sosteniendo así el imaginario de la potencialidad intrínseca de las TIC para transformar la escuela (Calviño, 2022).

El problema central de esta conceptualización es que ha perdido capacidad explicativa frente a las formas actuales de desigualdad. Como sostiene Welschinger (2020), el propio concepto de brecha digital ha perdido su poder heurístico para explicar las formas en que se articulan las desigualdades digitales y sociales. Las investigaciones muestran que usuarios con similares competencias digitales obtienen resultados radicalmente distintos según sus condiciones sociales, educativas y culturales. Además, categorías como "nativos e inmigrantes digitales", ampliamente difundidas en la literatura pedagógica, resultan analíticamente débiles y socialmente naturalizadoras, pues tienden a invisibilizar los trabajosos y desiguales procesos de socialización, transmisión y adquisición de saberes (Welschinger, 2020).

En síntesis, la perspectiva tecnologicista y categorial reduce la complejidad del fenómeno digital a variables de acceso y uso, sin atender a las estructuras sociales que producen las desigualdades. Este reduccionismo no es inocuo, sino que orienta políticas que intervienen sobre los síntomas, la falta de dispositivos o conectividad, sin tocar las condiciones que los generan.

## **4.3. Hacia una mirada relacional de la desigualdad digital**

Superar el paradigma de la brecha digital implica adoptar lo que Welschinger (2020) denomina una perspectiva relacional de la desigualdad digital. Desde este enfoque, las desigualdades no se derivan de la falta de recursos tecnológicos, sino de las formas en que esos recursos se articulan con las posiciones sociales, los capitales culturales y las trayectorias institucionales de los sujetos. La desigualdad digital no es, entonces, una condición estática ni individual, sino un proceso dinámico de co-producción entre tecnología y sociedad.

Esta noción de co-producción encuentra un desarrollo conceptual más amplio en el trabajo de Sheila Jasanoff (2004), quien la propone como categoría para comprender cómo el orden social y el orden tecnológico se constituyen mutuamente: las tecnologías no son solo productos de la sociedad, sino también productoras de formas de vida, de legitimidades y de desigualdades. Aplicada al campo educativo, esta perspectiva permite comprender que las desigualdades socio-digitales no preexisten a las tecnologías ni son corregidas simplemente por su distribución, sino que se co-producen en la interacción entre artefactos,

instituciones, políticas y sujetos situados en posiciones sociales concretas (Jasanoff, 2004; Welschinger, 2020).

Esta mirada es consistente con el encuadre de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT) que estructura este material. Desde esta perspectiva, las tecnologías son artefactos situados en redes de relaciones heterogéneas que involucran actores humanos y no humanos, normas, instituciones y culturas. Comprender la desigualdad digital desde los ESCyT significa, entonces, no preguntar solo quién tiene acceso, sino cómo ese acceso es producido, distribuido y significado en contextos sociales e institucionales específicos (Calviño, 2022).

#### **4.4. Políticas de acceso a las TIC en América Latina y Argentina**

La perspectiva relacional adquiere mayor concreción cuando se la pone en diálogo con las trayectorias concretas de las políticas públicas de integración de las TIC en la región. En América Latina, este tipo de políticas emerge en la década de 1990 con programas como Red Enlaces (Chile), Proinfo (Brasil), Red Escolar (México) y el Programa Nacional de Informática Educativa (Costa Rica), a los que siguieron Educ.ar (Argentina), Huascarán (Perú) y Colombia Aprende. Estos programas incorporaron, además del equipamiento, el componente de la conectividad como elemento estructural (Calviño, 2022).

El punto de inflexión en la historia regional fue el Plan CEIBAL de Uruguay, implementado en 2007, que distribuyó computadoras portátiles a estudiantes de escuelas primarias estatales, extendió la red de conectividad en zonas rurales y articuló líneas de política pedagógica (formación docente, asistencia didáctica, elaboración de sistemas de apoyo tecnológico) involucrando un entramado heterogéneo de agencias estatales (Calviño, 2022). Esta articulación multinivel entre actores gubernamentales, tecnológicos y pedagógicos representa un modo de política pública que trasciende la lógica del equipamiento y opera como un verdadero dispositivo sociotécnico.

En Argentina, el Programa Conectar Igualdad (PCI) (Decreto 459/10) propuso distribuir netbooks a todos los estudiantes y docentes de escuelas secundarias, instalar pisos tecnológicos e integrar capacitación docente y producción de recursos pedagógicos. Su relevancia radica no solo en la escala de la inversión pública, sino en la articulación institucional inédita que convocó: la Administración Nacional de Seguridad Social, el Ministerio de Educación de la Nación, la Jefatura de Gabinete de Ministros, el Ministerio de Planificación y organismos internacionales como la OEI, además de todas las jurisdicciones provinciales (Calviño, 2022). El PCI se fundamentó explícitamente en la revalorización de la escuela pública y la reducción de las brechas digitales, educativas y sociales, inscribiéndose en una retórica de reparación social y justicia educativa (Vacchieri, 2013).

Sin embargo, como señala Kozma (2008), cuando una política no se formula con una visión clara sobre cómo los distintos actores (estudiantes, docentes, instituciones) podrían beneficiarse del uso de las TIC, tiende a volverse tecnocéntrica, concentrándose en la compra de equipos sin proporcionar un propósito pedagógico sólido. Esta distinción entre políticas estratégicas (aquellas que definen visión, metas y racionalidades pedagógicas) y políticas operativas (las que viabilizan la infraestructura, la capacitación y el soporte

técnico) es analíticamente útil para evaluar el alcance real de las iniciativas de integración (Kozma, 2008).

Lugo e Ithurburu (2019) describen el escenario latinoamericano como un "mosaico heterogéneo": los países de la región han emprendido esfuerzos considerables en materia de políticas digitales, pero con trayectorias desiguales, condicionadas por los marcos más amplios de la política educativa de cada Estado y por las particularidades de sus contextos político, económico, social y cultural. Este enfoque regional orientado a la inclusión social constituye, además, un rasgo diferenciador respecto de las políticas europeas, que privilegian el aprovechamiento de las TIC en los ámbitos productivos y empresariales (Lugo e Ithurburu, 2019).

#### **4.5. Implicaciones para pensar la integración como transformación**

El recorrido realizado en este capítulo permite sostener que la integración efectiva y transformadora de las TIC en la educación requiere abandonar el marco conceptual de la brecha digital y operar desde una perspectiva relacional que permita captar los complejos procesos de coproducción de las desigualdades socio-digitales (Welschinger, 2020). Esto implica, en el plano de las políticas, abandonar la lógica de la mera dotación tecnológica y diseñar intervenciones que atiendan simultáneamente las dimensiones pedagógicas, institucionales y sociales que posibilitan, o limitan, la apropiación significativa de las tecnologías.

En el plano de las prácticas educativas concretas, esta perspectiva obliga a reconocer que una misma herramienta tecnológica produce efectos radicalmente distintos según el contexto institucional, la trayectoria docente, las condiciones materiales y el capital cultural de los estudiantes. La tecnología, en este marco, no es una solución en sí misma: es un componente de entramados sociotécnicos cuya configuración determina quiénes se benefician, en qué medida y con qué consecuencias para la producción y distribución del conocimiento.

## **A MODO DE CIERRE**

El recorrido propuesto a lo largo de este material parte de una premisa común que atraviesa los cuatro capítulos: las TIC no transforman la educación por el solo hecho de estar presentes. Lo que produce transformación es la calidad de las relaciones que se construyen entre actores, saberes, instituciones y artefactos cuando la integración está guiada por decisiones pedagógicamente fundadas, sostenida por condiciones institucionales favorables y orientada por políticas que reconocen la complejidad sociotécnica del fenómeno. El encuadre de los ESCyT, la distinción entre incorporación e integración, el modelo TPACK como herramienta operativa y la perspectiva relacional sobre la desigualdad digital no son marcos independientes sino capas de un mismo análisis: cada uno ilumina una dimensión del proceso de integración que los demás no pueden capturar por sí solos. Comprender esa articulación es la condición para que las decisiones sobre tecnología en la enseñanza de las Ciencias Experimentales sean algo más que respuestas a la disponibilidad de recursos: que sean, en cambio, actos deliberados orientados a producir conocimiento significativo y a reducir las desigualdades que atraviesan los escenarios educativos.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, M. B. (2019). Políticas tecnológicas para la educación: Caso QuitoEduca.net.
- Blanchard, M., Harris, J. y Hofer, M. (2011). Science learning activity types. College of William & Mary, School of Education, Learning Activity Types Wiki. <http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/ScienceLATs-Feb2011.pdf>
- Calviño, N. G. (2022). Dinámicas de innovación educativa centradas en la integración de las TIC. Estudio de caso del Plan Vuelvo a Estudiar – Virtual de la Provincia de Santa Fe. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes. <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3830>
- Cobo, C. (2016). La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento. Fundación Ceibal/Debate. [https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/159/1/La\\_innovacion\\_pendiente.pdf](https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/159/1/La_innovacion_pendiente.pdf)
- Cortés, A. (2017). Innovación y TIC en educación ¿La incorporación educativa de las TIC es por sí sola innovación? IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME), 7(4), 7–10.
- Dussel, I. (2014). Programas educativos de inclusión digital. Una reflexión desde la Teoría del Actor en Red sobre la experiencia de Conectar Igualdad (Argentina). Versión. Estudios de Comunicación y Política, (34), 39–56.
- Guido, L. (2009). Tecnologías de Información y Comunicación, Universidad y Territorio. Construcción de "campus virtuales" en Argentina (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Quilmes. <http://www.revistacts.net/wp-content/uploads/2010/02/tesis-doctoral-LucianaGuido.pdf>
- Jasanoff, S. (Ed.). (2004). States of knowledge: The co-production of science and social order. Routledge.
- Kozma, R. (2008). Comparative analysis of policies for ICT in education. En J. Voogt y G. Knezek (Eds.), International handbook of information technology in primary and secondary education (pp. 1083–1096). Springer.
- Kreimer, P. (1999). De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia. Universidad Nacional de Quilmes / Universidad Maimónides.
- Lugo, M. T. e Ithurburu, V. (2019). Políticas digitales en América Latina. Tecnologías para fortalecer la educación de calidad. Revista Iberoamericana de Educación, 79(1), 11–31. <https://doi.org/10.35362/rie7913398>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Morales Soza, M. G. (2020). TPACK para integrar efectivamente las TIC en educación: Un modelo teórico para la formación docente. *Revista Electrónica de conocimientos, saberes y prácticas*, 3(1), 133–148

Pinch, T. (2015). La construcción social de la tecnología: una revisión. En M. J. Santos y R. Díaz Cruz (Eds.), *Innovación tecnológica y procesos culturales. Perspectivas teóricas* (2.<sup>a</sup> ed., pp. 19–37). Fondo de Cultura Económica.

Thomas, H. (2000). Tecnología y Sociedad. En P. Kreimer y H. Thomas (Eds.), *Aspectos sociales de la Ciencia y la Tecnología* (pp. 148–175). Universidad Nacional de Quilmes.

Thomas, H., Fressoli, M. y Lalouf, A. (2008). Estudios sociales de la tecnología: ¿hay vida después del constructivismo? *REDES. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 14(27), 59–76. <https://doi.org/10.48160/18517072re27.389>

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>

Sosa Díaz, M. J. y Valverde Berrocoso, J. (2022). Hacia una educación digital. Modelos de integración de las TIC en los centros educativos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 27(94), 939-970. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/112>

Vacchieri, A. (2013). Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: caso Argentina. UNICEF. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375584>

Welschinger, N. (2020). La emergencia de la cuestión digital: de la perspectiva de la brecha a la desigualdad digital. *Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA), Desigualdades y pobreza multidimensional*, 2, 137-156.