

Revista de Ciencias Sociales

Tensiones sociotécnicas de la inteligencia artificial en institutos tecnológicos del sur mexicano

Avendaño Porras, Víctor del Carmen*

Resumen

Los institutos tecnológicos en regiones periféricas enfrentan presiones para incorporar inteligencia artificial en sus procesos académicos y administrativos, en escenarios atravesados por desigualdad estructural. El objetivo del estudio fue analizar las tensiones sociotécnicas emergentes ante esa expansión en tres institutos tecnológicos del sur de México. Desde un enfoque relacional de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, se aplicó un diseño metodológico mixto convergente en los institutos tecnológicos de Frontera Comalapa, Cintalapa y Comitán de Domínguez, en Chiapas. La fase cuantitativa combinó minería de procesos sobre más de 9.000 registros institucionales y experimentos de campo con 360 decisiones mediadas por algoritmos; la fase cualitativa incluyó 32 entrevistas en profundidad, 20 observaciones no participantes y 3 grupos focales. Los resultados muestran una disonancia sostenida entre la eficiencia algorítmica y las prácticas humanas consolidadas. Emergieron cuatro tensiones centrales: Autonomía profesional frente a control algorítmico, devaluación del conocimiento tácito frente a la dataficación, opacidad técnica frente a responsabilidad institucional y eficiencia global frente a equidad local. Se concluye que la integración tecnológica no es neutral, sino un campo de negociación que reconfigura relaciones, identidades y procesos organizacionales, demandando una gobernanza participativa, ética y contextualmente sensible.

Palabras clave: Inteligencia artificial; estudios sociales de ciencia y tecnología; educación superior tecnológica; gobernanza algorítmica; frontera sur de México.

* Doctor en Ciencias Sociales. Doctor en Educación. Doctor en Derechos Humanos. Investigador y Coordinador del Doctorado en Inteligencia Artificial en el Instituto Latinoamericano de Educación a Distancia (ILED), México. E-mail: victor.avendano@iled.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1962-3892>

Sociotechnical tensions of artificial intelligence in technological institutes of southern Mexico

Abstract

Technological institutes in peripheral regions face pressures to incorporate artificial intelligence into academic and administrative processes, within contexts shaped by structural inequality. The objective of this study was to analyze the sociotechnical tensions arising from this expansion in three technological institutes in southern Mexico. From a relational perspective grounded in Science, Technology, and Society studies, a convergent mixed-methods design was implemented at the technological institutes of Frontera Comalapa, Cintalapa, and Comitán de Domínguez, in Chiapas. The quantitative phase combined process mining of more than 9,000 institutional records with field experiments involving 360 algorithm-mediated decisions; the qualitative phase included 32 in-depth interviews, 20 non-participant observations, and 3 focus groups. Results show a sustained dissonance between algorithmic efficiency and established human practices. Four central tensions emerged: professional autonomy versus algorithmic control, devaluation of tacit knowledge versus datafication, technical opacity versus institutional accountability, and global efficiency versus local equity. It is concluded that technological integration is not neutral, but a negotiation field that reshapes relationships, identities, and organizational processes, demanding a participatory, ethical, and contextually sensitive governance.

Keywords: Artificial intelligence; social studies of science and technology; technological higher education; algorithmic governance; southern border of Mexico.

Introducción

La vertiginosa expansión de la Inteligencia Artificial (IA) está reconfigurando los cimientos de múltiples sectores sociales, y la educación superior no es una excepción; a nivel global, las instituciones se enfrentan al imperativo de integrar sistemas algorítmicos para optimizar procesos administrativos, personalizar el aprendizaje y potenciar la investigación (Williamson y Eynon, 2020; Acosta y Finol, 2024; Peñalver-Higuera et al., 2024; Ávila-Rodríguez et al., 2026).

Sin embargo, esta transición tecnológica no es un simple proceso de adopción de herramientas, sino un fenómeno complejo que genera profundas transformaciones en las prácticas, culturas y relaciones de poder dentro de las organizaciones educativas; en este sentido, la literatura predominante tiende a centrarse en los beneficios instrumentales o en los desafíos técnicos de la implementación, dejando un vacío significativo en la

comprensión de las dinámicas humanas y contextuales que subyacen a esta disrupción (Selwyn, 2019; Sabzalieva y Valentini, 2023).

En el contexto latinoamericano, y particularmente en México, la incorporación de tecnologías avanzadas como la IA se produce en un escenario marcado por profundas desigualdades estructurales, pues la brecha digital no solo se manifiesta en el acceso a la infraestructura, sino también en las competencias, los recursos institucionales y las disposiciones culturales para negociar con estas nuevas tecnologías (Lloyd, 2020); por ello, las instituciones de educación superior ubicadas en regiones periféricas, como la frontera sur de México, enfrentan un doble desafío: por un lado, la presión de modernizarse para mantener su relevancia y, por otro, la escasez de recursos y las particularidades socioculturales que condicionan cualquier proceso de cambio tecnológico (Casillas y Ramírez, 2019).

El problema central que aborda esta investigación son las tensiones sociotécnicas

que emergen cuando sistemas de IA, diseñados bajo lógicas de optimización y estandarización global, se insertan en los ecosistemas organizacionales complejos y localmente situados de los institutos tecnológicos; estas tensiones no son meros fallos de implementación, sino el resultado de la fricción entre la lógica codificada en el artefacto tecnológico y las lógicas humanas, sociales y culturales de la institución (Latour, 2005); es decir, se manifiestan como resistencias, adaptaciones imprevistas, conflictos de autoridad y renegociaciones de roles y responsabilidades entre los actores humanos y los nuevos actores no humanos algorítmicos (Agrawal et al., 2018; Crawford, 2021).

La relevancia de estudiar este fenómeno radica en la necesidad de superar una visión tecnodeterminista que asume la tecnología como una fuerza neutral y exógena; comprender la expansión de la IA desde una perspectiva sociotécnica permite visibilizar las luchas, negociaciones y traducciones que ocurren durante su integración, ofreciendo una visión más matizada y crítica de sus impactos reales (Bijker, 1997); para los institutos tecnológicos de la frontera sur, este análisis es crucial, puesto que una implementación acrítica podría exacerbar desigualdades existentes, devaluar el conocimiento local y generar disrupciones que afecten negativamente la calidad educativa y el clima organizacional.

Por todo lo anterior, este estudio se guía por la siguiente pregunta central: ¿Cuáles son las principales tensiones sociotécnicas que surgen de la expansión de la IA en los procesos académicos y administrativos de los institutos tecnológicos de la frontera sur de México? De esta pregunta se derivan interrogantes secundarias: ¿Cómo reconfiguran los sistemas de IA las relaciones de poder y la autonomía de los actores institucionales?; ¿De qué manera se negocian, resisten o adaptan las prácticas existentes ante la mediación algorítmica?; ¿Qué discursos sobre la eficiencia, la objetividad y la modernización acompañan la introducción de la IA?

El objetivo general de la investigación

es analizar las tensiones sociotécnicas generadas por la expansión de la IA en el Instituto Tecnológico de Frontera Comalapa (ITFC); el Instituto Tecnológico de Cintalapa (ITC); y, el Instituto Tecnológico de Comitán de Domínguez (ITCD); este análisis busca identificar las áreas de fricción, las reconfiguraciones de poder y las nuevas dinámicas relacionales que emergen de la interacción entre los actores humanos —directivos, docentes y personal administrativo— y los sistemas algorítmicos en un contexto periférico y transfronterizo. Es importante precisar que el alcance del estudio se circunscribe a la perspectiva de estos actores institucionales; la experiencia estudiantil, igualmente relevante, queda señalada como línea de trabajo posterior.

Para alcanzar el objetivo, se implementó un diseño de métodos mixtos que combina la objetividad de las trazas digitales con la profundidad de la investigación etnográfica (Creswell y Plano, 2018): minería de procesos, para mapear los flujos de trabajo antes y durante la simulación de mediación algorítmica; experimentos de campo para comparar desempeño y percepción en tareas específicas; y, etnografía organizacional, para capturar las experiencias, narrativas y significados de los actores involucrados.

La vinculación con la IA desde el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es el pilar de este trabajo; en lugar de tratar a la IA como una caja negra con impactos predefinidos, se la considera un actor-red que participa activamente en la construcción de la realidad organizacional (Callon, 1986); este enfoque permite desentrañar cómo los algoritmos, los datos, los desarrolladores, los usuarios y las políticas institucionales se entrelazan para coproducir nuevos órdenes sociales y técnicos.

Los hallazgos pretenden ofrecer una contribución empírica y teórica: empíricamente, proporcionan una de las primeras exploraciones a fondo sobre la integración de la IA en el contexto específico de la educación superior tecnológica en el sur de México; teóricamente, enriquecen el

campo de los estudios CTS al aplicar sus marcos conceptuales a las nuevas realidades algorítmicas. Sus resultados también poseen implicaciones prácticas para los responsables de la toma de decisiones, al ofrecer una base informada para diseñar estrategias de implementación de IA más participativas, éticas y contextualmente adaptadas, que equilibren la búsqueda de eficiencia con la preservación de la autonomía profesional y los valores institucionales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2024; Mendoza et al., 2026).

1. Fundamentación teórica

1.1. Enfoque sociotécnico y construcción social de la tecnología

El punto de partida de esta investigación es el rechazo a las visiones deterministas de la tecnología, que la conciben como una fuerza autónoma que impacta de manera unidireccional sobre una sociedad pasiva; en contraposición, el enfoque sociotécnico, nutrido por décadas de investigación en los estudios CTS, postula que la tecnología y la sociedad se coconstruyen mutuamente en un proceso continuo de negociación e interdependencia (Bijker et al., 2012); es decir, la tecnología no es simplemente un conjunto de artefactos, sino un ensamblaje de *hardware*, *software*, prácticas, normativas, conocimientos y valores, que están intrínsecamente entrelazados con el contexto social en el que operan (Orlikowski, 2007).

Uno de los conceptos centrales dentro de los estudios CTS es el de la construcción social de la tecnología; este marco sugiere que el diseño y la trayectoria de un artefacto tecnológico no están predeterminados por una lógica técnica interna, sino que son el resultado de las interpretaciones, problemas y soluciones propuestas por diversos grupos sociales relevantes (Bijker, 1997); la tecnología adquiere su forma y significado a través de un proceso de flexibilidad interpretativa,

donde diferentes grupos le atribuyen distintos sentidos hasta que se alcanza cierto grado de clausura y estabilización; aplicar este lente a la IA implica entenderla no como una solución única, sino como un campo de disputa donde compiten diferentes visiones sobre su propósito y funcionamiento.

El concepto de sistema sociotécnico amplía esta visión al subrayar que los componentes técnicos y sociales de un sistema son inseparables y deben ser diseñados conjuntamente para lograr un funcionamiento óptimo y humano (Trist, 1981); la introducción de una nueva tecnología como la IA en una organización no es una mera actualización técnica, sino una intervención en un sistema sociotécnico delicadamente equilibrado, y cualquier cambio en el subsistema técnico provocará inevitablemente reajustes, a menudo conflictivos, en el subsistema social, y viceversa; las tensiones, desde esta perspectiva, no son fallos, sino síntomas de un desajuste o una renegociación entre ambos subsistemas.

1.2. Agencia algorítmica, opacidad y teoría del actor-red

Para profundizar en la agencia de la tecnología se recurre a la teoría del actor-red (ANT, por sus siglas en inglés), desarrollada por Bruno Latour, Michel Callon y John Law; la ANT propone una simetría generalizada al tratar tanto a los actores humanos como a los no-humanos como actantes con capacidad de influir en una red de relaciones (Latour, 2005); un sistema de IA no es una herramienta pasiva bajo el control total de los humanos: Es un actante que inscribe ciertos guiones, prescribe comportamientos, delega tareas y traduce intereses; al tomar decisiones, clasificar personas o recomendar acciones, la IA participa activamente en la configuración de la realidad organizacional (Suchman, 2007).

Desde esta perspectiva, la implementación de la IA puede entenderse como un proceso de traducción, en el que los promotores de la tecnología intentan alinear

los intereses de diversos actantes en una red estable (Callon, 1986); este proceso implica cuatro momentos: La problematización, el interés, el enrolamiento y la movilización; las tensiones surgen cuando los actores se resisten a ser enrolados o proponen traducciones alternativas (Kaptelinin y Nardi, 2012).

La opacidad inherente a muchos sistemas de IA, especialmente los basados en aprendizaje profundo, introduce una nueva dimensión a la red sociotécnica; la llamada caja negra algorítmica se convierte en un actante poderoso pero inescrutable, cuyas decisiones son difíciles de explicar o contestar (Pasquale, 2015); esta falta de transparencia puede generar desconfianza, erosionar la autonomía profesional y crear nuevas asimetrías de poder entre quienes diseñan o controlan los sistemas y quienes son evaluados o gestionados por ellos (Noble, 2018; Crawford, 2021); la tensión, en este caso, es entre la demanda de eficiencia algorítmica y la necesidad humana de justificación, responsabilidad y comprensión.

La introducción de nuevas tecnologías en el lugar de trabajo a menudo se encuentra con lo que se denomina resistencia al cambio; sin embargo, una perspectiva sociotécnica matiza este concepto, viéndolo no como una reacción irracional, sino como una respuesta legítima a las amenazas percibidas sobre la autonomía, la competencia profesional o la identidad laboral (Markus, 1983; Elish, 2016); la resistencia puede ser una forma de proteger prácticas y conocimientos valiosos que la nueva tecnología amenaza con devaluar y puede manifestarse de forma abierta o encubierta.

Shoshana Zuboff (1989), ofreció una distinción crucial entre las capacidades de automatizar e informar de la tecnología: la tecnología puede ser utilizada para automatizar tareas, reemplazando el trabajo humano y degradando las habilidades; alternatively, puede ser usada para informar, es decir, para generar nuevos conocimientos y visibilidades sobre los procesos, empoderando a los trabajadores y enriqueciendo su labor; la tensión fundamental reside en qué lógica

prevalece en la implementación de la IA. Si se impone una lógica puramente de automatización, es probable que se generen tensiones relacionadas con la descalificación y la pérdida de control por parte de los actores humanos.

Además, los actores institucionales desarrollan complejas prácticas de adaptación y apropiación; la tecnología raramente se usa exactamente como sus diseñadores pretendían (Orlikowski, 2000), pues los usuarios reinterpretan sus funciones, inventan nuevos usos y la integran en sus rutinas de maneras imprevistas, generando estructuraciones de la tecnología en el uso que son una fuente clave de reconfiguración organizacional.

1.3. Capital tecnológico, gobernanza algorítmica y contexto fronterizo

La aplicación de estos marcos teóricos debe ser sensible al contexto específico de los institutos tecnológicos en la frontera sur de México; esta región se caracteriza por desafíos socioeconómicos particulares, una diversidad cultural significativa y una histórica desigualdad en el acceso a recursos, incluyendo la infraestructura y la formación digital (Morillo-Avalos y Alegria-Ferreiros, 2024); la brecha digital aquí no es solo una cuestión de conectividad, sino una manifestación de brechas más profundas en capital económico, social y cultural.

El concepto de capital tecnológico (Bourdieu, 1986), adaptado al ámbito digital, es útil para entender estas desigualdades; no basta con tener acceso a la tecnología: se requiere también el conocimiento y las habilidades para usarla de manera efectiva y el reconocimiento social de esa competencia; en los institutos estudiados, es probable que exista una distribución desigual de este capital tecnológico entre directivos, docentes y personal administrativo, lo que generará diferentes capacidades para negociar, apropiarse o resistir la expansión de la IA.

El contexto fronterizo añade una capa de complejidad; estas instituciones

operan en una zona de intenso intercambio cultural y económico, pero también de tensiones y vulnerabilidades; la narrativa de la modernización a través de la tecnología puede entrar en conflicto con identidades y prácticas locales fuertemente arraigadas; la IA, a menudo percibida como un producto de la globalización y de los centros de poder tecnológico, puede ser vista con escepticismo o como una forma de colonialismo digital (Couldry y Mejias, 2022); las tensiones sociotécnicas, en este escenario, no solo reflejan dinámicas organizacionales internas, sino también las complejas relaciones entre lo local y lo global, la tradición y la modernidad.

Frente a este panorama, recientes aportes desde América Latina insisten en la necesidad de construir marcos de gobernanza algorítmica que vayan más allá de los instrumentos heredados de gobierno de las tecnologías de la información, reconociendo la naturaleza adaptativa y opaca de los sistemas de IA (Castañeda, 2024); esta gobernanza demanda mecanismos multiactorales que integren a quienes son afectados por las decisiones algorítmicas y que aseguren transparencia, explicabilidad y contestabilidad como condiciones de su legitimidad.

2. Metodología

2.1. Diseño metodológico

Para abordar la complejidad de las tensiones sociotécnicas, se optó por un enfoque metodológico mixto, que permite una comprensión más holística y robusta del fenómeno; específicamente, se empleó un diseño convergente (Creswell y Plano, 2018), en el cual las fases cuantitativa y cualitativa se desarrollaron de manera paralela y sus resultados se integraron durante la fase de interpretación para obtener una visión completa; este diseño permite triangular los datos, utilizando los hallazgos de un método para corroborar, complementar o explicar los hallazgos del otro, aumentando así la validez y la profundidad del estudio.

2.2. Contexto y participantes

La investigación se llevó a cabo en tres instituciones públicas de educación superior tecnológica, seleccionadas estratégicamente por su ubicación en la región fronteriza del estado de Chiapas, México: El Instituto Tecnológico de Frontera Comalapa (ITFC), el Instituto Tecnológico de Cintalapa (ITC), y el Instituto Tecnológico de Comitán de Domínguez (ITCD); estas instituciones comparten un mandato similar dentro del Tecnológico Nacional de México, pero poseen culturas organizacionales y contextos locales distintos, lo que permitió un análisis comparativo enriquecedor sobre cómo las particularidades del entorno modulan la emergencia de tensiones sociotécnicas.

La muestra del estudio fue multifacética y se definió de acuerdo con cada componente metodológico; para la minería de procesos, se realizó un censo de registros institucionales, abarcando un total de 9.850 trazas digitales anonimizadas correspondientes a diez procesos académicos y administrativos clave — inscripción, asignación de cargas académicas, tutorías, entre otros— durante los dos últimos ciclos escolares; para los experimentos de campo, participaron 120 actores institucionales por sede —40 directivos, 40 docentes y 40 administrativos—, totalizando una muestra de 360 participantes; finalmente, para la etnografía organizacional se realizó un muestreo teórico intencional hasta alcanzar la saturación de datos, resultando en 32 entrevistas en profundidad, 20 sesiones de observación no participante y 3 grupos focales —uno por instituto con 8-10 participantes mixtos.

2.3. Procedimientos e instrumentos

La primera fase del estudio consistió en la aplicación de la minería de procesos; se utilizaron herramientas de *software* especializado —como *ProM*— para extraer, analizar y visualizar los flujos de trabajo reales a partir de los registros de los sistemas de información institucionales (Van der Aalst,

2016); el objetivo era construir un mapa objetivo de los procesos tal como son (as-is), identificando cuellos de botella, desviaciones del procedimiento estándar y duraciones promedio; este análisis proporcionó una línea base cuantitativa para comprender la eficiencia y variabilidad de los procesos antes de la introducción de la mediación algorítmica.

La segunda fase, implicó la realización de experimentos de campo controlados; a los 360 participantes se les asignaron tareas estandarizadas representativas de sus funciones —evaluar una solicitud de beca, revisar un anteproyecto, autorizar un trámite; se conformaron dos grupos aleatorios: Un grupo de control, que realizó la tarea de manera tradicional; y un grupo experimental, que la realizó con el apoyo de un sistema de IA simulado que ofrecía recomendaciones y predicciones; se midieron variables cuantitativas como el tiempo de decisión, la consistencia y la calidad del documento producido, así como variables cualitativas a través de cuestionarios post-tarea sobre la percepción de utilidad, facilidad de uso y confianza en el sistema.

Paralelamente, se desarrolló la tercera fase: una etnografía organizacional de corte interpretativo (Geertz, 1973); el objetivo era capturar la descripción densa de las experiencias, significados y prácticas de los actores en su entorno natural; se realizaron entrevistas semiestructuradas con directivos, docentes y personal administrativo, para explorar sus percepciones, expectativas y temores sobre la IA; las observaciones no participantes en reuniones de departamento, oficinas administrativas y áreas comunes, permitieron documentar las interacciones cotidianas y las rutinas de trabajo; mientras que los grupos focales, sirvieron para contrastar perspectivas y generar una discusión colectiva sobre las tensiones emergentes.

2.4. Análisis, integración y aspectos éticos

El análisis de los datos se realizó de

forma diferenciada para cada componente y luego se integró; los datos de la minería de procesos se analizaron mediante algoritmos de descubrimiento de procesos y análisis de conformidad para visualizar los flujos y cuantificar las ineficiencias; los datos de los experimentos de campo se analizaron con pruebas estadísticas —*t* de Student, ANOVA— para comparar las diferencias entre los grupos de control y experimental; los datos cualitativos de la etnografía —transcripciones de entrevistas y notas de campo— se codificaron y analizaron utilizando un enfoque de análisis temático (Braun y Clarke, 2006), identificando patrones y temas recurrentes relacionados con las tensiones sociotécnicas.

La fase crucial fue la triangulación e integración de los resultados; se utilizó una matriz de integración de métodos mixtos para cruzar los hallazgos (O’Cathain et al., 2010); por ejemplo, un cuello de botella identificado en la minería de procesos —hallazgo cuantitativo— se explicó a través de las narrativas de las entrevistas, que revelaron una resistencia a seguir el procedimiento formal por considerarlo una amenaza a la autonomía decisional —hallazgo cualitativo—; de esta forma, los datos cuantitativos permitieron identificar qué estaba sucediendo y los datos cualitativos ayudaron a comprender por qué y cómo estaba sucediendo desde la perspectiva de los actores.

Se implementaron medidas para asegurar la validez y fiabilidad del estudio; para la validez cuantitativa, se controlaron las variables extrañas en los experimentos y se aseguró la calidad de los datos de los registros institucionales; para la credibilidad cualitativa, se utilizaron técnicas como la triangulación de investigadores —tres analistas codificaron los datos—, la comprobación con los participantes y la presentación de extractos textuales para sustentar las interpretaciones; la combinación de métodos actuó como una forma de validación cruzada.

Finalmente, se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, garantizando su anonimato y la confidencialidad de sus respuestas; los

datos institucionales fueron completamente anonimizados antes del análisis para proteger la privacidad de individuos e instituciones; la participación fue voluntaria y los participantes podían retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

3. Resultados y discusión

El análisis integrado de las tres fuentes de datos —minería de procesos, experimentos de campo y etnografía organizacional—

revela un panorama complejo donde la promesa de eficiencia de la IA choca con las realidades culturales y prácticas de los institutos tecnológicos; los resultados no indican un rechazo frontal a la tecnología, sino la emergencia de un conjunto de tensiones sociotécnicas que reconfiguran el trabajo, el poder y la identidad profesional; tal como puede observarse en la Tabla 1, donde se presenta la caracterización de la muestra etnográfica, reflejando la diversidad de roles y experiencias capturadas.

Tabla 1
Caracterización de la muestra etnográfica por instituto y rol

Rol	ITFC (n = 11)	ITCD (n = 10)	ITC (n = 11)	Total (N = 32)
Personal directivo (jefes de departamento, subdirectores)	3	3	4	10
Personal docente (tiempo completo, asignatura)	5	4	5	14
Personal administrativo (servicios escolares, recursos humanos)	3	3	2	8
Total	11	10	11	32

Nota: La tabla muestra la distribución de los participantes en las entrevistas en profundidad, seleccionados mediante muestreo teórico para capturar una diversidad de perspectivas dentro de cada institución.

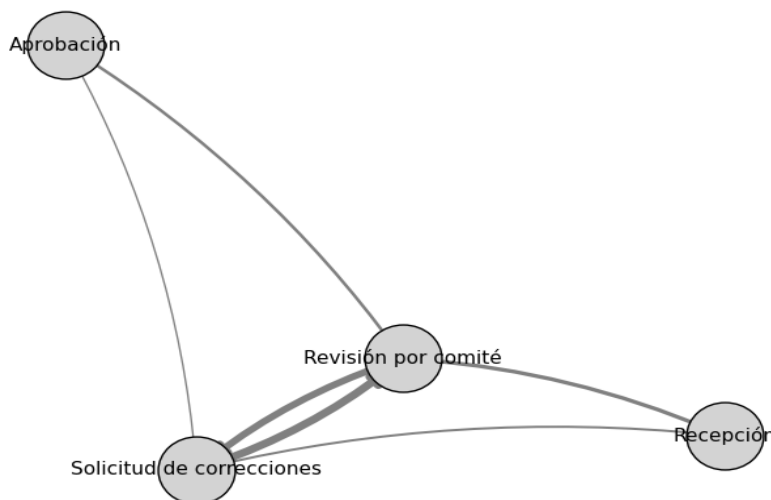
Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.1. Variabilidad de los procesos y conocimiento tácito

Como puede observarse, la Tabla 1 subraya la estrategia de muestreo orientada a capturar la polifonía de voces dentro de las instituciones; al incluir directivos, docentes con diferentes tipos de contratación y personal administrativo de áreas clave, se aseguró que las tensiones identificadas no reflejaran la perspectiva de un único grupo, sino que emergieran del cruce de sus distintas lógicas de acción, intereses y preocupaciones; esta diversidad fue fundamental para comprender cómo una misma intervención tecnológica es interpretada y experimentada de formas

radicalmente diferentes dependiendo de la posición que se ocupe en la estructura organizacional.

El primer hallazgo significativo proviene de la minería de procesos; el análisis de las trazas digitales reveló que, incluso en los procesos formalmente estandarizados, existe una alta variabilidad y una gran cantidad de trabajo invisible no documentado, especialmente en tareas que requieren juicio profesional, como la validación de residencias profesionales o la asignación de tutorías; la Figura I, ilustra un mapa de proceso descubierto para la revisión de anteproyectos, donde las múltiples rutas y retrocesos evidencian la complejidad real frente al flujo ideal.



Nota: El grosor de las flechas indica la frecuencia de la transición. Se observan numerosos bucles entre la revisión y la solicitud de correcciones, indicando un proceso iterativo y negociado que los sistemas formales no capturan. Este mapa fue generado a partir de 1.230 trazas digitales del proceso.

Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir del *software* de minería de procesos.

Figura I: Mapa de proceso descubierto para la gestión de anteproyectos en el ITC

La Figura I, visualiza una tensión clave: la discrepancia entre la lógica burocrática lineal y la práctica real, que es inherentemente iterativa y negociada; los sistemas de IA, entrenados a menudo sobre modelos de procesos idealizados, tienden a imponer una rigidez que choca con esta realidad. Un directivo comentó: “El sistema nos pedirá un sí o un no, pero la realidad es que un anteproyecto a veces necesita un ‘espera, hablemos con el estudiante’; esa conversación, ese consejo, no cabe en el algoritmo”. Esto resuena con los postulados de Zuboff (1988) sobre cómo la tecnología puede anular el conocimiento tácito y el juicio experto en favor de procedimientos explícitos y automatizables.

3.2. Eficiencia algorítmica frente a apropiación profesional

Los experimentos de campo cuantificaron el dilema entre eficiencia y calidad percibida; como muestra la Tabla 2, el grupo que utilizó la IA para la toma de decisiones fue significativamente más rápido y consistente; sin embargo, su valoración de la calidad de la decisión y su confianza en el resultado fueron menores en comparación con el grupo de control; esto sugiere que la optimización algorítmica se logra a costa de la apropiación y la seguridad en el juicio profesional.

Tabla 2
Resultados comparativos del experimento de campo (medias y desviaciones estándar)

Variable	Grupo experimental (con IA)	Grupo de control (sin IA)	Valor p
Tiempo de decisión (minutos)	5,2 (± 1,3)	14,8 (± 3,5)	< ,001
Consistencia de la decisión (%)	92	71	< ,001
Calidad percibida (escala 1-7)	4,8 (± 0,9)	6,2 (± 0,7)	< ,001
Confianza en la decisión (escala 1-7)	4,5 (± 1,1)	6,5 (± 0,6)	< ,001

Nota. N = 360. Las decisiones consistentes se definieron como aquellas que se alineaban con un conjunto de criterios preestablecidos. Las diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0,05$).
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los datos de la Tabla 2, ilustran una paradoja central de la IA en el trabajo del conocimiento: la eficiencia cuantificable no se traduce directamente en una mejora de la experiencia profesional; un docente participante en el experimento expresó esta disonancia: “Sí, terminé más rápido, pero sentí que era un robot apretando un botón; la recomendación de la IA pesaba tanto que dejé de pensar críticamente en el caso; no me sentí responsable de la decisión final”. Esta narrativa apunta a una tensión sobre la autonomía y la agencia, donde la mediación algorítmica es percibida como una forma de

control que erosiona el núcleo del quehacer profesional (Selwyn, 2019; Crawford, 2021).

3.4. Mapeo de las tensiones sociotécnicas centrales

El análisis temático de los datos etnográficos permitió identificar y categorizar las principales tensiones sociotécnicas, las cuales se resumen en la Tabla 3; estos temas emergieron de manera recurrente en las entrevistas y grupos focales en las tres instituciones, aunque con matices locales.

Tabla 3
Temas centrales de las tensiones sociotécnicas identificadas en la etnografía

Tema central	Descripción	Ejemplo de cita (traducida y anonimizada)
1. Autonomía vs. control algorítmico	Conflicto entre el juicio profesional y las recomendaciones prescriptivas de la IA.	«Antes yo decidía con mi experiencia. Ahora parece que debo justificar por qué NO sigo la sugerencia de la máquina» (Docente, ITFC).
2. Conocimiento tácito vs. dataficación	Devaluación del conocimiento experiencial no cuantificable frente a las métricas y datos procesados por la IA.	«Hay cosas del contexto de un alumno que no están en los datos. Su situación familiar, su actitud... eso el sistema no lo ve» (Administrativo, ITCD).
3. Opacidad vs. responsabilidad	Dificultad para entender y cuestionar las decisiones de la IA (caja negra), generando incertidumbre sobre la rendición de cuentas.	«Si la IA asigna mal una carga académica y un maestro se queja, ¿quién es el responsable? ¿Yo? ¿El sistema?» (Directivo, ITC).
4. Eficiencia global vs. equidad local	Tensión entre la estandarización que busca la IA y la necesidad de adaptaciones y excepciones para atender la diversidad del alumnado.	«La regla de la IA será igual para todos, pero un chico de la sierra no tiene las mismas condiciones que uno de la cabecera» (Docente, ITFC).

Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir del análisis temático de entrevistas y grupos focales.

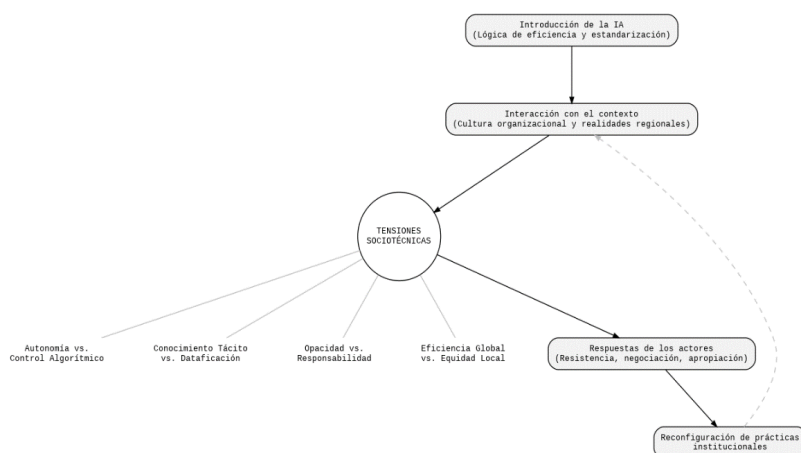
Los temas de la Tabla 3, actúan como ejes articuladores de la experiencia de los actores institucionales; la tensión eficiencia global vs. equidad local es particularmente relevante

en el contexto de la frontera sur, pues refleja cómo los algoritmos, a menudo diseñados en contextos socioculturales muy diferentes, pueden perpetuar o incluso amplificar las desigualdades existentes si no se ajustan a las realidades locales (Couldry y Mejias, 2022; Castañeda, 2024); esta preocupación resuena con la necesidad de desarrollar modelos de IA que sean contextualmente sensibles y que incorporen principios de justicia y equidad en su diseño (UNESCO, 2024).

los hallazgos, se desarrolló un modelo conceptual que visualiza la dinámica de las tensiones sociotécnicas (ver Figura II); el modelo postula que la introducción de la IA actúa como un catalizador que, al interactuar con la cultura organizacional y el contexto regional preexistentes, genera un conjunto de tensiones; estas tensiones, a su vez, provocan una serie de respuestas adaptativas por parte de los actores, que van desde la resistencia hasta la apropiación creativa, reconfigurando finalmente las prácticas institucionales.

3.5. Modelo integrado de tensiones y triangulación

A partir de la integración de todos



Nota. Este modelo conceptual integra los hallazgos cuantitativos y cualitativos para proponer un ciclo dinámico. La IA no es un punto final, sino el inicio de un proceso continuo de negociación y ajuste sociotécnico.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura II: Modelo de emergencia y respuesta a las tensiones sociotécnicas de la IA

El modelo de la Figura II, se aleja de una visión lineal de causa-efecto y propone un ciclo de retroalimentación; la reconfiguración de prácticas no es el final del proceso: estas nuevas prácticas modifican la cultura

organizacional, que a su vez influirá en cómo se perciban e integren futuras oleadas de tecnología; este modelo es una herramienta útil para que los directivos puedan anticipar y gestionar el cambio tecnológico no como un

proyecto técnico, sino como un proceso de desarrollo organizacional profundo, en línea con los principios de los sistemas sociotécnicos (Trist, 1981).
Finalmente, la Tabla 4 presenta una matriz de triangulación que resume cómo

se conectaron los hallazgos de los diferentes métodos para construir una interpretación coherente sobre la tensión autonomía vs. control algorítmico; este ejercicio de integración metodológica es fundamental para la robustez de las conclusiones del estudio.

Tabla 4
Matriz de triangulación para la tensión autonomía vs. control algorítmico

Método	Hallazgo específico	Conexión e interpretación integrada
Minería de procesos	Alta frecuencia de soluciones alternativas y desviaciones del proceso formal en puntos de decisión clave.	Los actores evitan el proceso formal (que sería fácilmente automatizable) para mantener el control y el espacio para su juicio discrecional.
Experimento de campo	Menor confianza y satisfacción en las decisiones mediadas por IA, a pesar de ser más rápidas.	La eficiencia no compensa la percepción de pérdida de agencia. La rapidez se experimenta como una presión que impide la deliberación autónoma.
Etnografía organizacional	Discursos recurrentes sobre el miedo a la descalificación y a convertirse en operadores de un sistema.	Estos hallazgos se conectan para mostrar que la resistencia a la IA no es un rechazo a la tecnología en sí, sino una defensa del núcleo de la identidad profesional, que se define por la capacidad de ejercer un juicio autónomo y responsable.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados demuestran que la expansión de la IA en los institutos tecnológicos de la frontera sur mexicana, es un proceso sociotécnico complejo y contencioso, y las tensiones que emergen no son obstáculos a superar, sino el propio mecanismo a través del cual la organización digiere la tecnología y la moldea a su realidad, al mismo tiempo que es moldeada por ella; ignorar estas tensiones y enfocarse únicamente en las métricas de eficiencia podría llevar a implementaciones fallidas y a un profundo malestar organizacional, como advierten los marcos de los estudios CTS (Winner, 1999); la discusión revela la necesidad imperativa de un diálogo abierto y una gobernanza participativa en el diseño e implementación de estas potentes tecnologías (UNESCO, 2024; Castañeda, 2024).
La investigación confirma y extiende los postulados de la teoría del actor-red (Latour, 2005), demostrando que los sistemas de IA actúan como potentes actantes no-humanos que inscriben guiones y reconfiguran las redes de relaciones; los algoritmos no solo

optimizan tareas, sino que también prescriben formas de trabajar, valorar y decidir, entrando en conflicto con las prácticas y saberes consolidados de los actores humanos; la resistencia observada no debe ser interpretada como un simple obstáculo, sino como un acto de defensa de la identidad profesional y de formas de conocimiento que la lógica algorítmica amenaza con marginar (Crawford, 2021).
Desde el punto de vista práctico, los resultados ofrecen lecciones valiosas para los líderes y administradores de las instituciones de educación superior tecnológica; primero, la implementación de la IA debe ser gestionada no como un proyecto de tecnologías de la información, sino como un proceso de cambio organizacional profundo que requiere diálogo, negociación y participación de todos los grupos de actores relevantes; segundo, es crucial invertir en la alfabetización algorítmica del personal, no solo para que usen las herramientas, sino para que puedan comprender críticamente sus lógicas, sesgos y limitaciones (Sabzalieva y Valentini,

2023); tercero, se deben crear mecanismos de gobernanza que aseguren la transparencia, la explicabilidad y la contestabilidad de las decisiones algorítmicas (Castañeda, 2024).

Conclusiones

Este estudio se propuso analizar las tensiones sociotécnicas emergentes ante la expansión de la IA en tres institutos tecnológicos del sur de México; a través de un enfoque mixto que combinó minería de procesos, experimentos de campo y etnografía organizacional, la investigación ha logrado desvelar la compleja red de interacciones entre los sistemas algorítmicos, las prácticas institucionales y las culturas profesionales; la conclusión principal es que la integración de la IA en estas organizaciones educativas dista de ser un proceso técnico y neutral; por el contrario, constituye un campo de negociación social donde se redefinen la autonomía, el conocimiento y el poder.

En respuesta a la pregunta de investigación, se identificaron cuatro tensiones sociotécnicas centrales: (1) el conflicto entre la autonomía profesional y el control algorítmico; (2) la devaluación del conocimiento tácito y contextual frente a la lógica de la dataficación; (3) la incertidumbre generada por la opacidad de los sistemas de IA frente a la necesidad de responsabilidad y rendición de cuentas; y, (4) la contradicción entre la búsqueda de una eficiencia estandarizada y global y la necesidad de una equidad sensible al contexto local; estas tensiones no son exclusivas de una institución, sino que se manifestaron de forma transversal, evidenciando patrones estructurales en la interacción humano-algoritmo en este tipo de organizaciones.

Una de las contribuciones más significativas de este estudio es su anclaje en el contexto específico de la frontera sur de México; los hallazgos subrayan que las tensiones sociotécnicas se ven agudizadas por las condiciones de brecha digital y desigualdad estructural preexistentes; la tensión entre eficiencia global y equidad local es

particularmente crítica en una región donde la estandarización puede invisibilizar y perjudicar a estudiantes con mayores vulnerabilidades; esto advierte contra la importación acrítica de soluciones tecnológicas diseñadas en y para contextos del Norte Global, y resalta la urgencia de desarrollar enfoques de IA situados y participativos (Couldry y Mejias, 2022).

El estudio también presenta limitaciones que abren caminos para futuras investigaciones; si bien el enfoque mixto proporcionó una visión profunda, la investigación se centró en personal directivo, docente y administrativo, dejando en segundo plano la perspectiva de los estudiantes; investigaciones futuras podrían explorar cómo los estudiantes experimentan y negocian la mediación algorítmica en sus procesos de aprendizaje y evaluación, así como realizar estudios longitudinales que sigan una implementación real de IA a lo largo del tiempo.

Otra línea prometedora es el codiseño de sistemas de IA contextualmente adaptativos con las comunidades educativas locales, incorporando sus valores y necesidades en el núcleo de la tecnología; este desplazamiento de paradigma —de una IA que reemplaza el juicio humano a una que lo aumenta y potencia de manera colaborativa y ética— constituye, posiblemente, el horizonte más fértil para futuras investigaciones.

Referencias bibliográficas

- Acosta, S. F., y Finol, M. R. (2024). Inteligencia artificial como mecanismo para mejorar la gestión educativa universitaria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXX(3), 583-597. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i3.42697>
- Agrawal, A., Gans, J. S., y Goldfarb, A. (2018). *Prediction machines: The simple economics of artificial intelligence*. Harvard Business Press.
- Ávila-Rodríguez, A. M., Quispe-Del-

- Castillo, M. A., Mendoza-León, O. E., y Herrera-Mejía, Z. E. (2026). Inteligencia artificial en la enseñanza y aprendizaje de la Educación Superior Universitaria: Una revisión sistemática. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXXII(1), 417-435. <https://doi.org/10.31876/rcs.v32i1.45214>
- Bijker, W. E. (1997). *Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change*. The MIT Press.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., y Pinch, T. (Eds.) (2012). *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. The MIT Press.
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.
- Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: Domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In J. Law (Ed.), *Power, action and belief: A new sociology of knowledge?* (pp. 196–223). Routledge & Kegan Paul.
- Casillas, M. Á., y Ramírez, A. (2019). Cultura digital y cambio institucional de las universidades. *Revista de la Educación Superior*, 48(191), 97-111. <https://doi.org/10.36857/resu.2019.191.839>
- Castañeda, L. M. (2024). Gobernanza de la inteligencia artificial mediada por gobierno de TIC en la educación superior: literatura científica y no convencional, 2020-2023. *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, (10), 86-98. <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.20>
- Couldry, N., y Mejias, U. A. (2022). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Bloomsbury Publishing.
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
- Creswell, J. W., y Plano, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage Publications.
- Elish, M. C. (2016). Moral Crumple Zones: Cautionary Tales in Human-Robot Interaction. *Engaging Science, Technology, and Society* 5, 40-60. <https://doi.org/10.17351/ests2019.260>
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: Selected essays*. Basic Books.
- Kaptelinin, V., y Nardi, B. A. (2012). *Activity theory in HCI: Fundamentals and reflections*. Morgan & Claypool Publishers.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Lloyd, M. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. En H. Casanova Cardiel (Coord.), *Educación y pandemia: Una visión académica* (pp. 115–121). Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. http://www.iisue.unam.mx/investigacion/textos/educacion_pandemia.pdf
- Markus, M. L. (1983). Power, politics, and MIS implementation. *Communications of the ACM*, 26(6), 430-444. <https://doi.org/10.1145/358141.358148>
- Mendoza, W. S., Díaz-Guecha, L. Y., Numa-Sanjuán, N., y Herrera, S. (2025). Inteligencia Artificial Generativa y sus

- consideraciones éticas en el derecho: Una valoración exploratoria sobre la práctica. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXXI(4), 206-222. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i4.44848>
- Morillo-Avalos, K. A., y Alegría-Ferreiros, L. F. (2024). Gestión Pública en América Latina: e-Gobierno, modernización y transformación social. *Clío. Revista de Historia, Ciencias Humanas y Pensamiento Crítico*, 5(9), 929-961. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14567230>
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. New York University Press.
- O'Cathain, A., Murphy, E., y Nicholl, J. (2010). Three techniques for integrating data in mixed methods studies. *BMJ*, 341, c4587. <https://doi.org/10.1136/bmj.c4587>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (2024). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227>
- Orlikowski, W. J. (2000). Using technology and constituting structures: A practice lens for studying technology in organizations. *Organization Science*, 11(4), 404-428. <https://doi.org/10.1287/orsc.11.4.404.14600>
- Orlikowski, W. J. (2007). Sociomaterial practices: Exploring technology at work. *Organization Studies*, 28(9), 1435-1448. <https://doi.org/10.1177/0170840607081138>
- Pasquale, F. (2015). *The black box society: The secret algorithms that control money and information*. Harvard University Press.
- Peñalver-Higuera, M. J., Guerra-Castellanos, Y. B., Rodríguez, L. R., y López, R. D. P. (2024). Transformando la educación con Inteligencia Artificial: Hacia un aprendizaje personalizado en la Era 4.0. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXX(4), 416-430. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i4.43040>
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). *ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido*. UNESCO IESALC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Suchman, L. A. (2007). *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*. Cambridge University Press.
- Trist, E. L. (1981). The evolution of socio-technical systems: A conceptual framework and an action research program. In A. H. Van de Ven y W. F. Joyce (Eds.), *Perspectives on organization design and behavior* (pp. 19-75). John Wiley & Sons.
- Van der Aalst, W. (2016). *Process mining: Data science in action*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>
- Williamson, B., y Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223-235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>
- Winner, L. (1999). Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136. <https://faculty.cc.gatech.edu/~beki/cs4001/Winner.pdf>
- Zuboff, S. (1989). *In the age of the smart machine: The future of work and power*. Basic Books.