

IMPULSORES TECNOLÓGICOS Y CAPACIDADES DINÁMICAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS PYMES

JOSÉ LUIS SAMPEDRO H.*
SALVADOR TAPIA**

INTRODUCCIÓN

Las sociedades, los sectores productivos y las empresas están transitando por un proceso de transformación digital motivado por el desarrollo de innovaciones e integración de sistemas digitales, que gradualmente las empresas adoptan para mejorar su desempeño organizacional. Este proceso de cambio se circunscribe en un nuevo paradigma tecno-económico denominado industria 4.0. La industria 4.0 o cuarta revolución industrial está transformando los procesos de producción de las empresas a través de la integración de sistemas ciberfísicos y el uso eficaz de los datos (Tapia, 2020). La transformación digital se ha definido como “el uso de nuevas tecnologías digitales como la tecnología móvil, la inteligencia artificial, la nube, la cadena de bloques y la internet de las cosas (IoT), para permitir importantes mejoras empresariales” (Warner y Wäger, 2019). Los beneficios de la transformación digital en las empresas son diversos; por ejemplo, incide en la eliminación de operaciones repetitivas, salvaguardan la integridad de los trabajadores, permite la diversificación de los puntos de ventas, la obtención de información en tiempo real para la mejor toma de decisiones, la implementación de procesos de producción más flexibles, la personalización, la posibilidad de establecer una relación más cercana con el cliente, entre otros. Uno de los desafíos actuales es que la transformación digital en las pymes requiere de recursos tecnológicos y organizacionales específicos para una adopción exitosa, por ejemplo, gestión del

* Profesor-Investigador, UAM-Cuajimalpa.

** Estudiante del doctorado en Ciencias Sociales, UAM-Xochimilco.

conocimiento, capacidad de procesamiento de información y redes digitales (Omrani et al., 2024), nuevas habilidades y nuevos conocimientos para manejarlas y administrarlas (Sampedro y Tapia, 2023).

En el nuevo contexto de las tecnologías digitales y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), éstas van incidiendo con diferente velocidad y grado en los procesos productivos de las empresas. Para la mayoría, la evolución hacia un paradigma dominado por las tecnologías digitales requiere un rápido desarrollo de capacidades para identificar amenazas, adaptarse al mercado y transformarse en entornos cada vez más turbulentos (Sampedro y Tapia, 2023). En México, el proceso de adopción de las TD inició en años recientes sobre todo en industrias de manufactura avanzada, como la automotriz y la aeroespacial, o bien de servicios como el sector financiero, entre otros (Sampedro y Tapia, 2023). De forma directa o indirecta, hay impulsores organizacionales, tecnológicos y del entorno que inciden en los procesos de adopción digital en las empresas mexicanas, y dado que la tecnología por sí sola no es funcional sin la capacidad para usarla, adaptarla y desarrollarla también se requiere el desarrollo y fortalecimiento de capacidades dinámicas para su uso eficiente y construir capacidades de innovación.

En este contexto, el objetivo de este ensayo es explicar la importancia de los impulsores tecnológicos y las capacidades dinámicas en los procesos de adopción de las tecnologías digitales (TD) en las pequeñas y medianas empresas (pymes). Las premisas planteadas tratan de responder a la pregunta sobre cuáles son algunos de los determinantes de la adopción de TD que encausen la transformación digital de las pymes y cuál es la importancia de las capacidades dinámicas en ese proceso. El argumento central consiste en que las capacidades organizacionales y tecnológicas, así como el entorno, son categorías analíticas e impulsores importantes para la adopción de tecnologías digitales. La metodología utilizada es cualitativa y se basa en una revisión crítica sobre los impulsores de la adopción digital y el concepto de capacidades dinámicas operacionalizado en dos casos mexicanos.

La estructura del trabajo es la siguiente. Después de esta introducción, en el apartado uno se describe brevemente la tendencia de las tecnologías digitales, en el siguiente apartado se presentan conceptualmente los impulsores para la adopción de las tecnologías digitales, en el tercer apartado, basado en estudios que realizaron una exploración sistemática de literatura, se explican los impulsores y las capacidades dinámicas, en el cuarto apartado se ejemplifican dos casos mexicanos, finalmente, se presentan las conclusiones.

TENDENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

El origen de la industria 4.0 se sitúa en la Feria de Hannover, Alemania, de 2011, fue presentada como una estrategia de manufactura de alta tecnología. Sus definiciones son diversas, por ejemplo, se refiere a una alta interconectividad entre los individuos, objetos y sistemas a través del intercambio de datos en tiempo real (Shin et al., 2020); se le considera un nuevo paradigma tecnológico basado en sistemas ciber-físicos, fábricas inteligentes, internet de las cosas, que conecta a los individuos, máquinas y datos dentro un proceso productivo de bienes y servicios (Boyer y Kokosy, 2022). Han emergido innovaciones disruptivas como internet de banda ancha, internet de las cosas, cómputo en la nube, sensores, inteligencia artificial, robótica, dispositivos de realidad virtual y aumentada, big data y analítica de datos, impresión 3D, microcomputadoras con alta capacidad de almacenamiento y procesamiento, entre otras (véase, por ejemplo, Boyer y Kokosy, 2022 y Szalavetz, 2019).

De acuerdo con Katz (2018), la digitalización ha pasado por tres olas de innovación tecnológica: la automatización de funciones y la descentralización de las cadenas productivas, la definición de nuevos criterios para los procesos productivos, y una redefinición de la estructura organizacional y la emergencia de nuevos modelos de negocio. Estas tecnologías están cambiando los procesos industriales, las estructuras productivas tanto a nivel micro, meso y macro, creando nuevas empresas, nuevos modelos de negocio, nuevas formas de consumo, nuevas reglas del juego, etc., tal como sucedió con el desarrollo de las industrias de TIC (Sampedro y Tapia, 2023). Bajo este paradigma también emergen otros procesos como la manufactura inteligente para optimizar la producción y las transacciones de productos haciendo uso completo de las tecnologías avanzadas de fabricación e información (Ghobakhloo y Ching, 2019 y Kusiak, 2018), una transformación en la coordinación e integración de las cadenas de valor, a nivel inter e intra organizacional, y la generación de valor a partir de la interconexión de diversos actores económicos (Martínez et al., 2020). Otros efectos positivos de la industria 4.0 se muestran en el desarrollo de nuevos productos, control de procesos, gestión de las cadenas de suministro (Cheng et al., 2016), proveeduría de servicios de datos, mantenimiento predictivo para equipo y control de calidad (Patnaik, 2020, citado por Boyer y Kokosy, 2022). La industria 4.0 también está cambiando el sentido en el que se satisfacen las demandas de los consumidores, no sólo por la personalización de sus demandas sino porque son considerados como co-productores (Boyer y Kokosy, 2022), o co-innovadores.

De acuerdo con Omrani et al. (2024), las empresas necesitan cambiar radicalmente la mentalidad individual, el diseño organizacional y la visión estratégica corporativa, al tiempo que implementan tecnologías modernas que respalden nuevos objetivos comerciales y requisitos de los clientes. Según Li et al. (2021), la atención organizacional hacia la TD es un requisito previo para la transición a la tecnología digital. Warner y Wäger (2019) sostienen que la ubicuidad de las nuevas tecnologías digitales está cambiando la naturaleza misma y el propósito de las capacidades dinámicas. En primer lugar, las nuevas tecnologías digitales, como blockchain, la nube y las plataformas de IoT, están cambiando la naturaleza de las capacidades dinámicas porque las organizaciones ahora pueden ampliar o reducir sus operaciones a una velocidad, facilidad y costo que no era posible hace solo una década. En segundo lugar, la convergencia y generatividad de estas tecnologías digitales omnipresentes significa que el propósito de desarrollar capacidades dinámicas es ahora primordial para una gama más amplia de organizaciones.

En el contexto mexicano, Martínez (2023) reconoce cinco grandes retos para las pymes en México: nuevos perfiles laborales especialistas con multi-habilidades, reentrenamiento de trabajadores, infraestructura en red, inversión en recursos, obtención de conocimiento. Estos retos se presentan tanto en la adopción como en la innovación de tecnologías digitales. Entre los sectores de manufactura que están adoptando la industria 4.0 se encuentra el automotriz, química, alimentos, semiconductores, entre los sectores de servicios se encuentra el financiero, bancario, educativo y salud. Los impulsores se contextualizan en función de la naturaleza de la empresa y del sector, de las capacidades y conocimientos previos adquiridos y de las estrategias tecnológicas definidas por las empresas.

IMPULSORES PARA LA ADOPCIÓN DE TD

A pesar de los importantes avances en esta área de investigación, persisten lagunas críticas en nuestra comprensión de los impulsores de la adopción de tecnología digital, y resulta difícil para los gerentes tomar decisiones sobre la posible adopción de tecnologías digitales (Omrani et al., 2024). Para llenar estos vacíos, proponemos tres categorías como impulsores de la adopción de TD: organizacional, tecnológica y ambiental, según el modelo TOE (tecnología-organización-entorno, TOE) propuesto por Tornatzky et al. (Eveland y Tornatzky, 1990), reconocido por ofrecer una visión integradora de los impulsores de la adopción de tecnología; el modelo permite una comparación entre diferentes categorías de impulsores. Cabe señalar

que la institucionalización de innovaciones tecnológicas en las empresas se considera un proceso de múltiples etapas (Ghobakhloo y Ching, 2019). La fase primaria (iniciación) es la fase de adopción en la que se acumula y evalúa la información sobre la TD y se toma la decisión sobre la adopción de tecnologías digitales específicas (Ghobakhloo et al., 2011). La segunda fase acorde a estos autores es de implementación en la que se produce el despliegue físico de TD dentro de la organización.

TABLA 1
IMPULSORES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
MODELO TOE TORNATZKY

<i>Organizacional</i>	<i>Tecnológico</i>	<i>Entorno</i>
-Flexibilidad -Estrategia -Cultura	-Capacidad de adaptación -Capacidad de absorción -Capacidad de aprendizaje	-Imposición -Competitivo -Regulatorio
Tecnologías Disruptivas Big data, inteligencia artificial, impresoras 3D y redes sociales, ERP, AVR, Cloud		

FUENTE: Elaboración propia con base en Eveland y Tornatzky (1990); Sampedro y Tapia (2023) y Tapia (2021).

Impulsores organizacionales

Los impulsores organizacionales se refieren a las características y recursos internos de la empresa: son recursos formales e informales que refuerzan la adopción de tecnologías, como el apoyo de la alta dirección, las habilidades y competencias humanas y los recursos financieros (Omraní et al., 2024). Szedlak et al. (2018) destacan que una renovación de la estrategia empresarial organizacional es crucial para la transformación digital. Así mismo, Hock y Clauss (2015) añaden que las pymes podrían requerir una renovación de su cultura empresarial hacia una que apoye la implementación de la transformación digital. La flexibilidad estructural es una capacidad crucial para adaptar la forma en que se asignan responsabilidades, poder y procedimientos de trabajo a los miembros de la organización (Angeles et al., 2019). Castillo (2006) explicó la flexibilidad estructural con cinco factores: 1) diseño organizacional; 2) formalización; 3) comunicación; 4) equipo directivo y 5) toma de decisiones.

a) *Flexibilidad organizacional (cambio organizacional)*. El diseño organizacional se refiere a la estructura horizontal o vertical de la empresa. Para lograr la flexibilidad, debe haber una mayor horizontalidad porque estructuras más planas permiten una comunicación más abierta y

directa y mejores flujos de información para la toma de decisiones oportuna (Castillo, 2006).

b) Estrategia empresarial (cambio de estrategia). Bharadwaj et al. (2013) definen una estrategia de negocio digital como una “estrategia organizacional formulada y ejecutada aprovechando los recursos digitales para crear valor diferencial”. Guía los esfuerzos de los líderes para crear nuevas propuestas de valor combinando las capacidades existentes de sus empresas con las capacidades habilitadas por las tecnologías digitales (Sebastian et al., 2020). La transformación digital en las pymes requiere una estrategia de transformación digital completamente definida y adaptada que se centre en la coordinación, priorización e implementación de tecnologías digitales.

c) Cultura organizacional (cambio de forma de trabajo). La cultura empresarial consiste en artefactos, valores y supuestos básicos compartidos sobre el entorno empresarial organizacional (ver Schein, 1990). Se percibe como un activo estratégico valioso que tiene el potencial de apoyar la transformación digital mediante la explotación de las tecnologías digitales.

Impulsores tecnológicos

Los impulsores tecnológicos se refieren a las capacidades, prácticas y equipos actuales internos de la empresa, así como al conjunto de tecnologías externas disponibles a la empresa.

a) Capacidades tecnológicas. Las capacidades tecnológicas se refieren a los conocimientos y habilidades incorporados en las personas y en las organizaciones. Son una capacidad dinámica que permite a las empresas absorber, adaptar y mejorar el conocimiento existente (Vera-Cruz, 2002). Esto también implica conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías (Bell y Pavitt, 1993 y Lall, 1995). Se reconoce que existen tres capacidades claves para las pymes, la capacidad de adaptación al entorno, de absorción de conocimiento externo y la capacidad de aprender.

b) Capacidades adaptación. La capacidad dinámica de adaptación se define como “la capacidad de la empresa para reconfigurar recursos y coordinar procesos con prontitud para desarrollar productos más exitosos” (Akgün et al., 2012). La capacidad de adaptación es la capacidad de una organización para sincronizar y reconfigurar rápidamente los recursos en consonancia con los cambios en el entorno empresarial. Los elementos clave de las capacidades de adaptación son la capacidad de responder a las oportunidades de mercado de productos externos, la inversión

en actividades de marketing y la velocidad de respuesta a las condiciones cambiantes del mercado.

c) *Capacidades absorción*. Cohen y Levinthal, (1990) definieron que las capacidades de absorción de una organización son para “reconocer el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicar el conocimiento adquirido a sus propios productos y servicios internos”. Considerando que es un proceso continuo de aprendizaje que le permite a la empresa interiorizar el conocimiento externo, Lane y Lubatkin (1998) plantearon que esto transcurre mediante una diada conjunta entre un maestro y un aprendiz; a partir de ello, desde el enfoque de las capacidades de absorción, explicaron cómo las empresas identifican, asimilan, transforman y explotan el conocimiento externo para fines propios. Esta reconceptualización incluye elementos dinámicos en los procesos de creación del conocimiento y su utilización, lo que permite que la empresa desarrolle la habilidad de ganar y mantener una ventaja competitiva. Por su parte, Zahra y George (2002) reconocen que las capacidades de absorción son un conjunto de rutinas organizacionales y procesos por los cuales la empresa adquiere, asimila, transforma y explota el conocimiento para producir una capacidad dinámica organizacional.

d) *Capacidades de aprendizaje*. La capacidad de aprendizaje permite integrar el conocimiento de la empresa. Este concepto se ha definido en el ámbito de la empresa como un proceso en el que los recursos para generar o administrar el cambio técnico son incrementados o reforzados (Bell y Pavitt, 1993); es un proceso a través del cual se genera nuevo conocimiento y se renueva, se combina y se actualiza el existente (Moustaghfir et al., 2013). Este aprendizaje es un mecanismo fundamental por el que la empresa logra experiencias que más tarde lo podrá usar para obtener nuevos resultados (Villavicencio y Arvanitis, 1994).

El aprendizaje tecnológico se genera mediante una gran variedad de fuentes formales e informales, tales como investigación y desarrollo (I+D), actividades de innovación asociadas con la adaptación y modificación incremental de tecnologías existentes, experiencias de producción, actividades de ingeniería asociadas a proyectos de expansión de capacidades instaladas, interacción con proveedores de equipo, etcétera (Vera-Cruz, 2002).

Impulsores del entorno empresarial

El entorno empresarial se refiere a presiones externas y/o apoyo para la adopción, como las características de la industria, la estructura del mercado, la competencia, la regulación gubernamental y la infraestructura

empresarial. Esta dimensión se refiere a los cambios paradigmáticos desencadenados por tecnologías y competidores digitales disruptivos, y al cambio del comportamiento del consumidor (Omrani et al., 2024).

a) *Imposición por el entorno.* La colaboración con socios comerciales es un argumento citado en la literatura sobre adopción de tecnología. Hacer frente a los avances tecnológicos y mantener una estrecha cooperación con socios externos son los principales impulsores externos para que muchas empresas adopten tecnologías digitales (Beliaeva et al., 2019). Cuando un actor central decide utilizar un sistema digital particular, otros socios generalmente enfrentan la presión de adaptarse a ese sistema (Holmström y Partanen, 2014). Se espera que la imposición de los socios comerciales, los clientes y la sociedad, que en esta investigación se denomina “imposición por el entorno”, sea uno de los determinantes más importantes de la adopción de tecnologías digitales entre las pymes (Kurnia et al., 2015).

b) *Presión competitiva.* Además de la presión de los socios comerciales y clientes para la digitalización, la decisión de adoptar TD entre las pymes puede atribuirse al deseo de las pymes de ser competitivas y sobrevivir en la era de la industria 4.0 (Oliveira y Martins, 2010). La presión competitiva se refiere al grado en que las pymes se perciben amenazadas por sus contrapartes dentro de su industria o sectores sustitutos.

La adopción de tecnologías digitales se considera una estrategia para mejorar la competitividad de las empresas: la mayoría de las empresas tienden a adoptar la tecnología digital si ven que sus competidores la adoptan, ya que creen que es la orientación de toda la industria (Chen et al., 2015). Muchas empresas han estado explorando cómo utilizar sistemas de gestión digital más rápidos y precisos para facilitar actividades ágiles y eficientes y seguir siendo competitivas.

c) *Regulatorio.* Estudios previos muestran que el entorno regulatorio a nivel nacional puede promover el desarrollo de tecnologías digitales como industrias enteras, por ejemplo big data (Sun et al., 2020) y las industrias de inteligencia artificial. Desde este punto de vista, el apoyo gubernamental continuo alienta a las empresas a adoptar nuevas tecnologías digitales. El entorno institucional, sus instituciones, marcos regulatorios y las políticas de ciencia, tecnología e innovación también juegan un papel importante en los procesos de adopción tecnológica de las empresas.

IMPULSORES Y CAPACIDADES DINÁMICAS PARA LA ADOPCIÓN DE TD

En un estudio realizado por Sampedro (2023), basado en una *exploración sistemática de literatura* sobre la adopción de TD en empresas, desde la

perspectiva del análisis de las capacidades tecnológicas, organizacionales y de aprendizaje, encontró que son relevantes actividades y procesos como los siguientes:

- El desarrollo de habilidades y competencias de empleados, la construcción de trayectorias de aprendizaje tecnológico y de capacidades de innovación. Las tecnologías de la industria 4.0 pueden contribuir significativamente al desarrollo de capacidades de aprendizaje en todos los niveles (individual, grupal y organizacional). Los estudios analizados muestran que las capacidades de aprendizaje a nivel organizacional median positivamente el impacto de la industria 4.0 para mejorar el desempeño operativo y de innovación de las empresas, pero se requiere de una adecuada gestión de los aspectos humanos y cognitivos como el aprendizaje, la colaboración y el liderazgo.
- En varios casos documentados fue evidente que la adopción de nuevas tecnologías en ocasiones implica que algunos cúmulos de conocimiento y una parte de las capacidades relacionadas queden obsoletas. Las organizaciones deben desaprender enfoques viejos o conocimientos obsoletos y aprender enfoques nuevos, nuevas competencias como la flexibilidad, adaptabilidad, inteligencia emocional, destrezas para la solución de problemas cognitivos, una rápida y constante actualización y capacitación en diversas áreas digitales, las cuales son intensivas en conocimientos de mayor especialidad y se deberán acompañar de actividades de I+D, en varios casos los niveles de educación formal son importantes para la adopción de TD. Las capacidades tecnológicas post-adopción de las TDD y la manufactura avanzada serán más intensivas en conocimiento que antes.
- La industria 4.0 no sólo incide en los factores técnicos de la organización, también incide en los factores socioculturales; por ello es necesario comprender mejor la relación entre la industria 4.0 y las capacidades que promueven el aprendizaje organizacional.
- La vinculación con actores clave del ecosistema digital, por ejemplo, con proveedores tecnológicos y de infraestructura, con universidades y centros de investigación es vital para el desarrollo conjunto de proyectos de I+D. Entre más relaciones tiene una empresa con actores del ecosistema, mayor es la probabilidad de utilizar ambas estrategias tecnológicas, es decir, el ecosistema juega un papel importante en las trayectorias de aprendizaje y de innovación de las empresas que incorporan TDD. La colaboración entre los agentes también ayuda a reducir la incertidumbre y solucionar problemas asociados a esa adopción tecnológica pues a medida que aumenta la adopción de TDD aumentará la

demanda de sofisticación tecnológica y científica de ingenieros e investigadores que laboran en las empresas.

En otro estudio, basado en una *exploración sistemática de literatura* sobre la estrategias y programas específicos de políticas públicas diseñadas e implementadas en países seleccionados de Europa, Asia y América para impulsar la revitalización y transición de las organizaciones productivas hacia la industria 4.0, Sampedro (próximamente, 2024) encontró que las políticas de innovación juegan un importante rol en los procesos de adopción de TD en las pymes, crean un marco regulatorio e institucional para su revitalización y transición hacia la adopción de TD y coadyuvan en la reducción de la incertidumbre y los costos de transacción asociados a esa adopción.

La revitalización industrial o la promoción de la transformación digital incluye dimensiones analíticas como la sustentabilidad, la innovación abierta, la relocalización industrial, etc. Por ejemplo, entre los trabajos más citados se encuentran los análisis comparativos de políticas nacionales en un contexto de desarrollo sustentable (Lin, 2017) y desarrollo regional (Hervas-Oliver et al., 2022), el diseño de políticas de innovación regional para facilitar la introducción de la industria 4.0 en las regiones, institucionalización de los sistemas de innovación a través del discurso de las políticas de innovación (Reischauer, 2018). En algunos países como China, las políticas de innovación están promoviendo que las empresas, sobre todo las pymes, accedan a nuevas estrategias y herramientas de gestión, nuevos modelos de innovación, etc., lo que les permitirá reestructurar sus estrategias de las cadenas de valor y orientar la organización hacia la innovación.

Las dimensiones como la sustentabilidad, la regulación en el diseño de las TD, la ciberseguridad, calidad, confiabilidad y la ética son aspectos clave que se integrarán a las políticas de innovación en el marco de la industria 4.0. También será crucial un marco institucional propicio que permita el diseño de estructuras de incentivos para la inversión privada, la cual sigue siendo muy baja para el caso mexicano, así como para una mayor interacción entre empresas (por ejemplo, a través de joint-ventures, nuevos emprendimientos, etc.) y entre éstas y las instituciones de educación superior y centros públicos de investigación.

EVIDENCIA DE CASOS EN MÉXICO

Para el caso de México, la evidencia ha mostrado que pocas empresas han diseñado estrategias tecnológicas para la adopción de TDD (véase, por ejemplo, Sánchez, 2018 y Tapia, 2020). En su investigación Sánchez

(2018) y Tapia (2020) analizaron las capacidades de absorción y las capacidades tecnológicas de dos empresas representativas en adopción digital. Sánchez (2018) analizó una empresa mediana digital (ELE) y Tapia (2020) analizó una empresa grande de bebidas (CERV). La capacidad tecnológica de ambas empresas se expresó en el uso final que cada una le dio al conocimiento adquirido, procesado e implementado. En la empresa ELEC se observó que no cuenta con un departamento de I+D o un área de innovación que se encargue de desarrollar y crear nuevos productos; no obstante, sí cuenta con actividades informales –aunque poco articuladas– encaminadas a dicha función. La empresa adquiere conocimiento externo, pero al no tener un sistema de gestión de la tecnología, se ve en la necesidad de contratar personal y generar alianzas de manera reactiva; es decir, conforme el mercado lo exige. Los factores más importantes que influyen en la informalidad de estas actividades son la falta de recursos financieros y humanos y el tiempo de desarrollo. El desarrollo de nuevos productos está impulsado en particular por un conjunto de incentivos externos, como subvenciones o incentivos económicos del gobierno. En la empresa CERV se observó que sí cuenta con sistemas de gestión de conocimiento integrales para el desarrollo de nuevos proyectos tecnológicos. Por ejemplo, usa el sistema SAP, uno de los mejores para planificación de recursos empresariales (ERP) del mercado, así como con el sistema Bells o el sistema PUCs. El sistema Bells permite la gestión de ideas para la innovación: cualquier usuario de la empresa puede aportar su idea y darle seguimiento. El sistema PUCs es un gran repositorio de proyectos tecnológicos de la empresa donde todos pueden hacer consultas y ponerse en contacto con los responsables de cada proyecto para retroalimentarse a partir de sus experiencias. También se encontró que la empresa cuenta con un área especial de tecnología transversal que permite documentar e implementar en toda la organización cualquier tecnología realizada por alguna área, y los “explorer” son un elemento central en la implementación del nuevo conocimiento y en su reutilización. La empresa ELEC ha aprovechado el conocimiento externo y lo ha complementado de manera efectiva con el conocimiento interno; si bien algunas de sus actividades de aprendizaje y de construcción de capacidades dinámicas aún son informales, esto no les ha restado competitividad, pues está posicionada como una empresa líder en su nicho de mercado y es de las pocas en México con capacidades para desarrollar soluciones digitales. Por su parte, la empresa CERV, aunque también se vale del conocimiento externo, tiene una estructura organizacional funcional y mayores recursos para desarrollar diversas actividades encaminadas a la construcción de sus capacidades dinámicas; para ello, cuenta con una

estructura de incentivos para la mejora constante y capacitación de sus equipos de trabajo, así como robustos sistemas de gestión de la información y del conocimiento. Ambas empresas han construido sus capacidades dinámicas con estrategias diferentes; el tamaño de la empresa, la dotación de recursos y el nicho de mercado son algunos de los factores que inciden en sus trayectorias tecnológicas y de innovación.

En relación con los impulsores, se encontró que en el caso de la empresa CERV los impulsores organizacionales y tecnológicos influyeron positivamente en la adopción de tecnologías digitales. En el caso del entorno empresarial se observó que su precisión competitiva era ejercida internacionalmente; así mismo se pudo percibir que el entorno regulatorio ejerció presión de forma indirecta en la empresa. En otras palabras, la empresa implementó tecnologías digitales para salvaguardar la integridad de su fuerza operativa. El objetivo principal fue mejorar la protección de los trabajadores y así cumplir con los estándares de seguridad industrial exigidos. Además, se observó que esta empresa cuenta con altas capacidades tecnológicas, destacando su capacidad de absorber conocimiento externo. Su flexibilidad, estructura y cultura organizacional son claves para el rápido aprendizaje y adopción de estas tecnologías digitales.

Por su parte, en la empresa ELE se observó que los principales impulsores en su transformación digital se presentaron a través del entorno empresarial. La presión competitiva ocasionó que la empresa fuera implementando más tecnologías digitales a través del tiempo. Se observó que la empresa contaba con las capacidades tecnológicas necesarias para adoptar y absorber estas nuevas tecnologías, sin embargo, la empresa presentó poca capacidad de aprendizaje. Estos casos muestran la importancia de la construcción de capacidades dinámicas en un contexto de rápido cambio tecnológico marcado por la revolución digital.

CONCLUSIONES

Las empresas y en particular las pymes enfrentan importantes retos para la adopción efectiva de las tecnologías digitales. En este trabajo se explicó el papel de los impulsores tecnológicos y las capacidades dinámicas en los procesos de adopción de esas tecnologías. Diversos estudios coinciden en que los impulsores o determinantes de la adopción de TD que encausen la transformación digital de las pymes son de tipo organizacional, tecnológico y contextual. La integración de diversas tecnologías, el trabajo interdisciplinar, la vinculación con actores clave del ecosistema digital, la formación de equipos con acciones que potencien el intercambio de

conocimientos entre operarios más experimentados y de nueva incorporación, el desarrollo de competencias como la flexibilidad, adaptabilidad, inteligencia emocional, destrezas para la solución de problemas cognitivos (con un enfoque más creativo e inclusivo), el aprendizaje, la educación formal, la constante capacitación, la gestión adecuada de los activos tangibles (particularmente las tecnologías físicas) e intangibles (conocimientos, aprendizaje, colaboración, liderazgo, etc.) juegan un rol crucial en los procesos de adopción de las TD. Al mismo tiempo, es de vital importancia un diseño de políticas públicas que fomenten en las pymes de países en desarrollo el diseño de estrategias tecnológicas para la adopción de TD, programas de capacitación constante ante la obsolescencia de ciertas capacidades tecnológicas y un incremento de recursos humanos especializados para las distintas áreas digitales. La agenda para las políticas de CTI en el próximo sexenio 2024-2030 debe poner especial atención en reconocer que el desarrollo tecnológico y la innovación son actividades que permiten a los países y regiones llevar beneficio social, calidad de vida y comodidad a sus poblaciones, mejorar su actividad económica y aumentar su justicia social. Por lo que se requieren estrategias en 3 vertientes: estrategias para fomentar la transferencia tecnológica en México; estrategias para fomentar el emprendimiento de base tecnológica en México; y estrategias para fomentar la vinculación academia-industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Akgün, Alie; Keskin, Halit y Byrne, Juan (2012), “Antecedents and Contingent Effects of Organizational Adaptive Capability on Firm Product Innovativeness”, *Journal of Product Innovation Management*, 29, pp. 171-189, en: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00949.x>
- Angeles, Adrianela; Centeno, Edgar y Villanueva, Cristian (2019), *Examining Structural Flexibility Factors in SMEs: A Mixed Methods Study in Mexico* 17.
- Beliaeva, Tatiana; Ferasso, Marcos; Kraus, Sascha y Damke, Eloi (2019), “Dynamics of digital entrepreneurship and the innovation ecosystem: A multilevel perspective”, *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research ahead-of-print*, en: <https://doi.org/10.1108/IJEBr-06-2019-0397>
- Bell, Martin y Pavitt, Keith (1993), “Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries”, *Industrial and Corporate Change*, 2, pp. 157-210, en: <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>
- Bharadwaj, Anandhi; El Sawy, Omar; Pavlou, Paul y Venkatraman, N. (2013), “Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights”, *MIS Quarterly*, 37, pp. 471-482.

- Boyer, James y Kokosy, Annemarie (2022), "Technology-push and market-pull strategies: the influence of the innovation ecosystem on companies' involvement in the Industry 4.0 paradigm", *The Journal of Risk Finance*, en: <https://doi.org/10.1108/JRF-12-2021-0193>
- Castillo, Luz (2006), *La flexibilidad como capacidad asociada al recurso humano generadora de desempeño organizacional superior*, en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2761>
- Chen, Daniel; Preston, David y Swink, Morgan (2015), "How the Use of Big Data Analytics Affects Value Creation in Supply Chain Management", *Journal of Management Information Systems*, 32, pp. 4-39, en: <https://doi.org/10.1080/07421222.2015.1138364>
- Cheng, Colin; Yang, Chelung y Sheu, Chwen (2016), "Effects of open innovation and knowledge-based dynamic capabilities on radical innovation: An empirical study", *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 41, pp. 79-91, en: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.07.002>
- Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1990), "Measurement of potential absorption capacity in Colombia's innovative companies", *Espacios*, 38, pp. 1307-1321, en: <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Eveland, J., Tornatzky, L.G. (1990), *Technological Innovation as a Process*, pp. 27-50.
- Ghobakhloo, Morteza y Ching, Ngan (2019), "Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs", *Journal of Industrial Information Integration*, 16, 100107, en: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.100107>
- Ghobakhloo, Morteza; Sabouri, Mohamed; Tang, Hong y Zulkifli, Norzima (2011), "Information Technology Adoption in Small and Medium-sized Enterprises; An Appraisal of Two Decades Literature", *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1, pp. 53-80.
- Hervas-Oliver, José Luis; Estelles-Miguel, Sofía; Peris-Ortiz, Marta y Belso-Martínez, José (2022), "Does regional innovation policy really work for Industry 4.0? Evidence for industrial districts", *European Planning Studies*, 31, pp. 1-19, en: <https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2135368>
- Hock, Marianne y Clauss, Thomas (2015), "The impact of organizational culture on a firm's capability to innovate the business model-Hock-2016", *R&D Management Wiley*, en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/radm.12153> (accessed 5.29.24).
- Holmström, Jan y Partanen, Jouni (2014), "Digital manufacturing-driven transformations of service supply chains for complex products", *Supply Chain Management: An International Journal*, 19, pp. 421-430, en: <https://doi.org/10.1108/SCM-10-2013-0387>
- Katz, Raúl (2018), *Capital humano para la transformación digital en América Latina*, en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43529-capital-humano-la-transformacion-digital-america-latina>

- Kurnia, Sherah; Choudrie, Jyoti; Mahbubur, Rahimy Alzougool, Albahaca (2015), "E-commerce technology adoption: A Malaysian grocery SME retail sector study", *Journal of Business Research*, 68, pp. 1906-1918, en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.12.010>
- Kusiak, Andrés (2018), "Smart manufacturing", *International Journal of Production Research*, 56, pp. 508-517, en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>
- Lall, Sanjaya (1995), "Structural adjustment and African industry", *World Development*, 23, 2019-2031, en: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(95\)00103-J](https://doi.org/10.1016/0305-750X(95)00103-J)
- Lane, Peter y Lubatkin, Michael (1998), "Relative absorptive capacity and interorganizational learning", *Strat. Mgmt. J.*, 19, pp. 461-477, en: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199805\)19:5<461::AID-SMJ953>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<461::AID-SMJ953>3.0.CO;2-L)
- Li, Huanli; Wu, Yun; Dongmei, Cao y Yichuan, Elrey (2021), "Organizational mindfulness towards digital transformation as a prerequisite of information processing capability to achieve market agility", *Journal of Business Research*, 122, pp. 700-712, en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.036>
- Li, Huanli (2017), "A Study of the Effects of Digital Learning on Learning Motivation and Learning Outcome", *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13, en: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00744a>
- Martínez, Adriana (2023), "Retos de la transformación digital para las pymes", *Ciencia*, 74, pp. 36-41.
- Martínez, Adriana y Álvarez, Aría y García, Alejandro (2020), *Industria 4.0 en México*, CDMX: Plaza y Valdes.
- Moustaghfir, Karim y Schiuma, Giovanni (2013), "Knowledge, learning, and innovation: Research and perspectives", *Journal of Knowledge Management*, 17, pp. 495-510, en: <https://doi.org/10.1108/JKM-04-2013-0141>
- Oliveira, Tiago y Martins, María (2010), "Understanding e-business adoption across industries in European countries", *Industrial Management & Data Systems*, 110, pp. 1337-1354, en: <https://doi.org/10.1108/02635571011087428>
- Omrani, Nessrine; Rejeb, Nada; Maalaoui, Adnane; Dabić, Marina y Kraus, Sascha (2024), "Drivers of Digital Transformation in SMEs", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, pp. 5030-5043, en: <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3215727>
- Reischauer, Georg (2018), "Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing", *Technological Forecasting and Social Change*, 132, pp. 26-33, en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>
- Sampedro, José Luis y Tapia, Salvador (2023), "Capacidades dinámicas y revolución digital", *Ciencia*, 74, pp. 44-49.
- Sampedro, José Luis (2023), "Aproximaciones teóricas para el análisis organizacional en la Industria 4.0: Una revisión de literatura", *Revista Digital de Estudios Organizacionales*, 3, pp. 67-95.

- Sampedro, José Luis (2024), "Políticas de innovación para la Industria 4.0: Una exploración de literatura", *Revista Administración y Organizaciones*. (Proximamente)
- Schein, Edgar (1990), "Organizational culture", *American Psychologist*, 45, pp. 109-119, en: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.45.2.109>
- Sebastian, Ina; Ross, Jeanne; Beath, Cynthia; Mocker, Martin; Moloney, Kate y Fonstad, Nils (2020), "How Big Old Companies Navigate Digital Transformation", en Galliers, Robert, Leidner, Dorothy y Simeonova, Boyka (eds.), *Strategic Information Management*, Routledge, pp. 133-150, en: <https://doi.org/10.4324/9780429286797-6>
- Shin, Hyun; Zhao, Yimin y Koh, Sin Yee (2020), "Whither progressive urban futures? Critical reflections on the politics of temporality in Asia", *City*, 24, pp. 244-254, en: <https://doi.org/10.1080/13604813.2020.1739925>
- Sun, Shiwei; Hall, Dianne y Cegielski, Casey (2020), "Organizational intention to adopt big data in the B2B context: An integrated view", *Industrial Marketing Management*, 86, pp. 109-121, en: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.09.003>
- Szalavetz, Andrea (2019), "Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries", *Technological Forecasting and Social Change*, 145, pp. 384-395, en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.027>
- Szedlak, Christoph; Smith, Matthew; Callary, Bettina y Day, Melissa (2018), "Using Written, Audio, and Video Vignettes to Translate Knowledge to Elite Strength and Conditioning Coaches", *International Sport Coaching Journal*, 6, pp. 199-210, en: <https://doi.org/10.1123/iscj.2018-0027>
- Tapia, Salvador (2021), *La capacidad de absorción en el desarrollo e integración de soluciones de tecnología 4.0: Caso de estudio de una empresa manufacturera*, UAM X, México.
- Vera-Cruz, Alexandre (2002), "Apertura económica, exportaciones y procesos de aprendizaje: el caso de la Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma", *Análisis Económico*, XVII, pp. 203-232.
- Villavicencio, Daniel y Arvanitis, Rigas (1994), "Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico Reflexiones basadas en trabajos empíricos", *El Trimestre Económico*, 25.
- Warner, Karl y Wäger, Maximilian (2019), "Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal", *Long Range Planning*, 52, pp. 326-349, en: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Zahra, Shaker y George, Gerard (2002), "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension", *The Academy of Management Review*, 27, en: <https://doi.org/10.2307/4134351>