

La importancia de los procesos metacognitivos para la implantación exitosa de la industria 4.0 en las empresas

The importance of metacognitive processes for the successful implantation of the 4.0 industry in enterprises.

Salvador De León Jiménez¹ y Laura Patricia Peñalva Rosales¹

Resumen

Es conocido en el campo de estudio de la innovación tecnológica cómo las habilidades humanas influyen en la capacidad de innovación de las empresas. Los procesos de aprendizaje necesarios para que esta innovación se dé requieren que el individuo reflexione respecto a cómo y qué significa lo que aprende. Estos procesos son propios del ser humano. Aunque la industria 4.0 toma como base artefactos “inteligentes” capaces de aprender, la gran diferencia con los procesos de aprendizaje humano subraya la importancia de conocer y considerar estos últimos para la implantación de este nuevo paradigma tecnológico en las empresas. El método empleado es un análisis de contenido seguido de una concatenación de conceptos provenientes de diversos enfoques. Ello ha dado evidencia del objetivo planteado para este trabajo: mostrar la importancia que tiene fomentar la metacognición en el aprendizaje de los colaboradores, para lograr una inserción exitosa de la empresa en la industria 4.0.

Palabras clave: Innovación tecnológica, proceso cognitivo, Procesos de Innovación, Gestión de la Innovación Tecnológica
Código JEL: O310, O320

Abstract

In the study field of technological innovation it is known how human skills affect the industries innovation capacity. The learning processes necessary for this innovation to take place require the individual to reflect on what is the meaning of what he learns. These processes are typical of human beings. Although the 4.0 industry is based on “intelligent” artifacts capable of learning, the great difference with human learning processes stresses the importance of considering and knowing these processes for the implementation of this new technological paradigm in companies. The used method is a content analysis followed by a concatenation of concepts coming from diverse approaches. This has given evidence of the objective set for this work: showing the importance of promoting metacognition in the employees’ learning process, in order to achieve a successful insertion of the company in the 4.0 industry.

Keywords: Technological innovation, cognitive process (UNESCO Thesaurus), Innovation Processes, Management of Technological Innovation
JEL Code: O310, O320

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Profesor-investigador. Doctora en Estudios Organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Contacto: sdj@azc.uam.mx  0000-0001-6894-6378

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. Profesora-investigadora. Doctora en Estudios Organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana y Doctora en Ciencias de Gestión por la Université Lumière Lyon 3. Aprendizaje Organizacional y Gestión del Conocimiento. Contacto: rlp7108@correo.xoc.uam.mx  0000-0002-3407-8485

INTRODUCCIÓN

Con la entrada de la Industria 4.0 a las empresas del país, esencialmente por el crecimiento de los sectores automotriz y aeronáutico, se ha dado un proceso de innovación que modifica necesariamente las formas del trabajo, no sólo dentro de esas empresas sino también de toda la cadena de suministro.

Como condición y producto de todo proceso de innovación tecnológica, surgen y se catalizan novedosas formas de reestructuración organizacional, las cuales se tornan indispensables para que dichas organizaciones se adapten tanto interna como externamente a los cambios tecnológicos presentes y por venir. Estas transformaciones impulsan necesariamente en las personas procesos cognitivos y de aprendizaje, necesarios para sustentar y consolidar la innovación.

En este trabajo, se sostiene que, para asumir el reto de insertarse en los novedosos procesos de trabajo de la industria 4.0, las organizaciones requieren considerar los aspectos humanos en la innovación, de los cuales se ha hecho poca referencia en las investigaciones (Neumann et al., 2021) pero que al mismo tiempo se reconocen al listar el conjunto de competencias requeridas por el trabajador en este nuevo entorno (Hecklau et al., 2016). Particularmente, se ha colocado el acento en los procesos cognitivos humanos que se dirigen a la innovación y a la resolución de problemas, más que en la generación y transmisión de información y conocimiento que se realiza por el entramado digital¹ que se establece en la organización al introducir tecnologías asociadas a la Industria 4.0

Al referir a la industria 4.0 como innovación, se ha tratado de comprender cómo se dan los procesos de aprendizaje individual y social que se asocian con las innovaciones en general; esto llevó al análisis del aprendizaje estudiado desde el punto de vista psicológico, de ciencias educativas y de generación y gestión de conocimiento; corroborando que los conceptos de las diferentes áreas se definían mediante componentes similares. De esta manera, surgieron las preguntas que guiaron inicialmente la investigación: ¿Qué aspecto netamente humano está inmerso en los procesos de innovación empresarial, particularmente la productiva? ¿Cómo la innovación surge, se sostiene y desarrolla con base en los procesos humanos y sociales dentro de la organización? ¿Qué diferencia existe entre el aprendizaje humano y el aprendizaje de los artefactos, llamados “inteligentes”, que forman parte de la industria 4.0? ¿Qué aspecto o proceso humano es crucial para lograr una implantación exitosa de este nuevo paradigma tecnológico?

En la búsqueda de respuestas, la revisión de contenidos hecha en documentos que tratan sobre innovación, capacidades tecnológicas y de asimilación, aprendizaje tecnológico y organizacional, entre otros; ha permitido identificar la importancia que tiene promover la incorporación de procesos metacognitivos Flavell (1979, 2919; Osman y Hannafin, 1992), propios de los seres humanos, al asumir los cambios

¹ Entramado digital es toda la infraestructura de interconexión digital que soporta la interconexión entre personas, entre artefactos y personas y artefactos

tecnológicos; procesos que, ya se ha reconocido, toman relevancia como catalizadores de la innovación (Schrage, 2015; Kim y Lee, 2018).

Para presentar el camino que lleva a esta conclusión, en este documento se revisa primero cómo la innovación generada por la industria 4.0 requiere de capacidades tecnológicas² y capacidades de absorción³ que deben ser desarrolladas mediante procesos de aprendizaje, tanto tecnológico como organizacional. En segundo lugar, se da referencia de las diversas formas en que este aprendizaje se puede dar a partir de los conocimientos explícito y tácito presentes en la empresa.

En tercer lugar, se subraya la diferencia entre las formas de aprendizaje humanas y computacionales, y se identifica en el aprendizaje humano la presencia de procesos de metacognición, que se basan en el significado que el individuo da a sus actividades, lo cual no se da en los artefactos tecnológicos. Finalmente, se concluye sobre la importancia que tiene fomentar estos procesos para la implementación exitosa de la industria 4.0 en las empresas.

SUSTENTO TEÓRICO

El estudio de la llamada industria 4.0 (I4.0) tiene que darse a partir de la definición conceptual que presentan actores e instancias tecnológicas que la refieren como nuevo paradigma para la producción (Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania [ACATECH], 2013; Boston Consulting Group [BCG], 2015). El carácter de innovación de este paradigma tecnológico se sustenta en los conceptos y análisis propuestos por Schumpeter (1939), OCDE (2018), Kotler (2011) y Fagerberg (2009).

Las referencias al aprendizaje tecnológico y organizacional requeridos para asumir este paradigma se basan principalmente en lo referido por Bell y Pavitt (1995), Cohen y Levinthal (1990), así como por Nonaka y Takeuchi (2019) Drucker (1997) y Kotler (2011). La identificación, durante estos aprendizajes, de habilidades, tareas y procesos conocidos como metacognitivos toman como base las propuestas de Flavel (1979, 2009) y los estudios de autores diversos Papeleontiou-Louca (2003), Pinzás (2003), Jaramillo-Mora y Osses-Bustingorry, S. (2010), Vygotsky, L. (2013).

Particularmente se subraya cómo es que el proceso de dar significado a las tareas que se realizan (Alva, 2010; Bruner, 1991; Geertz, 1973; Gergen, 2015; Ruiz Soto, 2009; Schütz, 1974) distingue el aprendizaje humano del aprendizaje de los artefactos tecnológicos y, por

² Conjunto de recursos necesarios para generar y gestionar el cambio tecnológico, incluye (1) conocimiento, habilidades y experiencia, y (2) estructuras y vínculos institucionales, dentro de las empresas, entre las empresas, y fuera de las empresas. (Bell y Pavitt 1995)

³ Conjunto de habilidades de las empresas para identificar, incorporar, modificar y explotar los conocimientos externos; lo que determina el nivel de asimilación del conocimiento tecnológico en una empresa. Incluye la base del conocimiento existente (principalmente tácito) y la intensidad del esfuerzo o grado de compromiso de los individuos con la empresa. (Cohen y Levinthal, 1990 en García, 2022)



ello, la importancia del factor humano en la implantación de procesos de innovación, en este caso el de la i4.0.

MÉTODO

Al ser parte de esta investigación la intención de identificar la relación existente entre conceptos que surgen en el estudio de diversas disciplinas que involucran la acción humana, y que refieren semejanzas en los elementos que los constituyen, inicialmente aplicamos un análisis de contenido en publicaciones que abordan: las características de trabajo en la I 4.0, el concepto de innovación en empresas, así como los procesos de aprendizaje individual y social que se asocian con ésta; para corroborar que los conceptos se definían mediante componentes similares, a pesar de que provenían de diversas áreas de estudio. Se logró identificar, además, cómo estos conceptos se relacionaban, incluso se complementaban.

En la explicación que tales publicaciones dan de los procesos a los que se refieren los conceptos analizados, encontramos que diversos rasgos de lo que se llama metacognición, particularmente los referidos a la búsqueda de significado en las tareas y acciones, son considerados indispensables para lograr los aprendizajes necesarios al asumir las innovaciones, particularmente la del paradigma nombrado industria 4.0, ya que en este paradigma se habla también de aprendizaje, autonomía e inteligencia en los artefactos tecnológicos.

ANÁLISIS

La industria 4.0 (i4.0) tiene un carácter de innovación. Este concepto (i4.0) surge por la confluencia de tecnologías que resultan disruptivas – internet de las cosas, robótica autónoma, inteligencia artificial, simulación, ciberseguridad, impresión aditiva, realidad aumentada, almacenamiento y cómputo en la nube y *Big Data* (BCG, 2015) - en el trabajo dentro de organizaciones productoras de bienes o servicios. Se considera que esta confluencia conduce a soluciones novedosas para los problemas de producción, al combinar los avances que se dieron en diferentes tecnologías de información y comunicación.

El concepto describe una producción industrial en la que todos los productos y máquinas están interconectados entre sí, digitalmente y en tiempo real, con el propósito de crear una industria más flexible y de carácter reconfigurable, mediante la posibilidad de modificar, en menores tiempo y esfuerzo, la estructura de una fábrica para poder producir diferentes productos. La i4.0 implica que la organización se debe adecuar a un nuevo engranaje de la cadena de valor, y con la de suministros, en sinergia con el mercado y reconfigurando su modelo de negocio.

Por todo ello, y considerando las definiciones que a continuación se presentan, se puede afirmar que la i4.0 tiene un carácter de innovación. La Organización para el Comercio y Desarrollo Económico (OCDE) refiere que una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o

procesos anteriores de la organización y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la organización (proceso). (OCDE, 2018)

De acuerdo con la interpretación de Fagerberg (2009), Schumpeter (1939) define la innovación como la creación de una nueva forma de producción que, en correspondencia, requiere nuevas formas de organización debido a la búsqueda que se requiere hacer de nuevas combinaciones de los recursos a disposición para poder generar soluciones novedosas a los problemas.

Toda innovación impacta a diversas áreas organizacionales, lo cual se refleja en cambios de rutinas, prácticas sociales, modelos de negocio o formas organizacionales; debido al carácter sistémico de toda organización, pues la interdependencia de los elementos que integran el sistema genera un reajuste de sus interrelaciones ante cualquier cambio puntual en alguno de estos elementos o en sus subsistemas. Drucker (1997) subraya que las innovaciones más importantes que se generan son innovaciones sociales y organizacionales.

El ambiente inmediato en el que la propuesta de industria 4.0 innovadora aparece (Feria de Hannover, 2014) corresponde a una industria altamente tecnologizada dentro de un país (Alemania) que quiere mejorar su producción y que cuenta con el conocimiento y capacidades para hacerlo. Sin embargo, la llegada del concepto a otras latitudes, como la de nuestro país, donde: el desarrollo tecnológico no es propio; los trabajadores no tienen el nivel de conocimiento necesario para asumir rápidamente el cambio; y las empresas, especialmente las pequeñas y medianas que conforman la industria nacional como fabricantes o como proveedoras, requieren de aprendizaje tecnológico para incorporarse a la nueva forma de cadena de suministro que genera este concepto; conlleva, de manera más apremiante, a la necesidad de generar procesos de aprendizaje tecnológico, y por ende organizacional, en las empresas.

El proceso de innovación, según Kotler (2011), es único y específico para cada innovación pues en el centro de ésta se encuentran las acciones de los actores involucrados. Así también, Lundvall (1992) y Nelson (1993) establecen que en la innovación se originan interacciones y retroalimentaciones en la creación y uso del conocimiento, hacia dentro, pero lo mismo hacia afuera de la organización.

Por ello, para entender todo proceso de innovación se debe estudiar: la interacción entre los actores involucrados, la presencia y transmisión de conocimiento para generar aprendizaje, y la importancia de la acción, tanto organizacional como personal, en las que tienen efecto las novedades.

Las interacciones sociales asumen un papel fundamental en los procesos de innovación (Fichter y Beuker, 2012, citados en Ordoñez, 2022) pues permiten el flujo de información y de datos relacionados con la innovación, así como el intercambio de puntos de vista y percepciones. Esto da relevancia a las comunidades, pues en las interacciones que se generan en ellas es donde los individuos de la organización comparten, más allá del espacio físico, espacios cognitivos.

Las comunidades, en su constante interacción, mantienen, transfieren o crean conocimiento; permiten la vinculación de actores multiculturales y multidisciplinarios diversos que interactúan para la resolución de problemas. (Ordoñez, 2022)

Para este trabajo son de especial interés las comunidades de práctica, las cuales se definen como un grupo de personas, unidas informalmente por la experiencia compartida y la pasión por una empresa conjunta, que puede impulsar la estrategia, generar nuevas líneas de negocio, resolver problemas, promover la difusión de las mejores prácticas, desarrollar competencias profesionales, y ayudar a las empresas a captar y retener talento (Wenger, 2001).

De las capacidades y procesos de aprendizajes requeridos para implantar la innovación.

Para que una empresa sea innovadora es necesario que estén presentes tanto capacidades tecnológicas como de absorción, esto es, tanto conocimientos y habilidades que les permitan producir y administrar el cambio técnico (Bell y Pavitt, 1995), como conocimiento previo que le permite a la empresa identificar el valor de la información en el entorno para generar nuevo aprendizaje que impactará sus actividades internas (Cohen y Levinthal, 1990).

El término “capacidades” se refiere a lo que hace posible en la empresa utilizar los recursos disponibles para el logro de sus objetivos. El grado de utilización óptima de los recursos, tangibles e intangibles, intelectuales, o tecnológicos, es resultado del aprendizaje que la organización alcance respecto a sus actividades productivas propias y con relación a su adaptación al entorno (Cohen y Levinthal, 1989, Cohen y Levinthal, 1990)

Entre los recursos intangibles, Nonaka & Takeuchi (1999) han considerado que el conocimiento es el recurso principal y más valioso para una empresa. El aprendizaje y la gestión del conocimiento en la organización se relacionan no sólo con el desarrollo de nuevos procesos, productos o servicios, sino también con la conformación de nuevas rutinas, y también permite la investigación, desarrollo y explotación de recursos para generar innovación (Cohen y Levinthal, 1990).

Tanto las capacidades tecnológicas como las de absorción se desarrollan mediante diversos procesos de aprendizaje que se presentan en las organizaciones (Malerba, 1992; Bell, 1984), los cuales pueden ser tanto internos como externos. Las diversas clasificaciones y definiciones de tipos de aprendizaje tecnológico que se identifican pueden ser agrupados por el uso que hacen de conocimiento tácito y explícito (ver Tabla 1):

Análogamente, Jensen et al. (2007) han identificado dos modalidades de innovación: la que se basa en la producción y el uso de conocimientos científicos y técnicos codificados (modalidad de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y la que se basa en procesos informales de aprendizaje y conocimientos basados en la experiencia (modalidad de Hacer, Usar e Interactuar (DUI, por sus siglas en inglés).

TABLA 1.- USO DE CONOCIMIENTO TÁCITO Y EXPLÍCITO EN LOS PROCESOS E APRENDIZAJE

Uso de conocimiento tácito: experiencia y saberes de los integrantes de esta misma	Uso de conocimiento explícito que se reporta en manuales o reportes de investigación sobre el sector o industria
<p><i>Learn by doing</i>, o aprender haciendo, que se da directamente en la práctica, con el apoyo de colegas expertos en el uso y operación de maquinaria, procesos y materiales</p> <p>Malerba (1992)</p>	<p>Aprendizaje por interacción, entre oferentes, socios y usuarios.</p> <p><i>Learn by using</i>, relacionado al uso de maquinaria e insumos; el aprendizaje por investigación, que se da en las actividades de I+D;</p> <p>El aprendizaje de conocimientos característicos y generalizados en un sector o industria;</p> <p>El aprendizaje de avances en ciencia y tecnología.</p> <p>Malerba (1992)</p>
<p>El aprendizaje en la operación, que se da por la práctica;</p> <p>El aprendizaje por el cambio técnico, por mejoras realizadas durante el proceso de producción</p> <p>Bell (1984)</p>	<p>El aprendizaje por capacitación, que se otorga mediante cursos internos o externos</p> <p>El aprendizaje por imitación, por el contacto con el personal más calificado trabajando en las distintas fases de la producción</p> <p>El aprendizaje por contratación de personal, para aprovechar el conocimiento generado al exterior de la empresa.</p> <p>El aprendizaje por retroalimentación del rendimiento del sistema, el cual es registrado, revisado e interpretado por mecanismos institucionales para comprender por qué funcionan las cosas;</p> <p>El aprendizaje por búsqueda de información sobre técnicas modernas de producción, mejoras de productividad, comportamiento de los mercados, entre otros.</p> <p>Bell (1984)</p>

Fuente: Elaboración propia con base en autores citados en tabla

Sea cual sea la forma de aprendizaje, lo cierto es que el conocimiento existente y acumulado al interior de la organización aumenta la capacidad de dar sentido, asimilar y usar nuevos conocimientos, y que las interacciones entre sus integrantes facilitan el aprendizaje tecnológico a nivel de la organización. (Kim, 1999).

Es también importante reconocer que es el aprendizaje organizacional el que permite concretar la innovación. Se entiende por aprendizaje organizacional el proceso mediante el cual el conocimiento de los individuos, integrantes o socios de la organización trasciende para convertirse en conocimiento que no sólo se comparte, sino que se institucionaliza a nivel de una organización, de manera que se reconoce, acepta y utiliza por parte de todos

sus integrantes. En este proceso hay un importante nivel intermedio de comunidades, entre una organización como un todo y los individuos, en las cuales se comparte, transfiere y genera conocimiento, así como se logran vínculos entre los individuos.

El modelo clásico de aprendizaje organizacional, o de creación de conocimiento como los autores lo llaman, es el de Nonaka y Takeuchi (1999), los cuales definen dos dimensiones en la cual se genera la “espiral” de creación del conocimiento organizacional: 1) la dimensión ontológica, que refiere las distintas entidades creadoras de conocimiento: individuo, grupo, organización o relación entre organizaciones y 2) la dimensión epistemológica, que refiere los niveles del conocimiento explícito y tácito Polanyi (1983).

En su modelo, estos autores refieren que el proceso de creación de conocimiento se da mediante sucesivas conversiones de conocimiento tácito a explícito y viceversa, dentro de un contexto compartido y vía la socialización, la externalización (exteriorización), la combinación y la internalización (interiorización) (Ver Tabla 2)

TABLA 2.- PROCESO DE CREACIÓN DE CONOCIMIENTO (NONAKA Y TAKEUCHI, 1999)

<p>Socialización de tácito a tácito: al compartir experiencias, sin necesidad de usar el lenguaje, y por tanto crear modelos mentales compartidos y habilidades técnicas.</p>	<p>Exteriorización de tácito a explícito: cuando se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos, adoptando la forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos. Al exteriorizarse, por el diálogo o la reflexión colectiva, se crean conceptos.</p>
<p>Interiorización de explícito a tácito: muy relacionado con el “aprender- haciendo”. Los documentos, diagramas, manuales e incluso las historias orales facilitan la transferencia de conocimiento explícito a otras personas, permitiendo que experimenten indirectamente las vivencias de otros.</p>	<p>Combinación de explícito a explícito: los conceptos son sistematizados, dando origen a un sistema de conocimiento. Los individuos intercambian y combinan conocimiento de distintos cuerpos de conocimiento a través de documentos, juntas, conversaciones por teléfono o redes computarizadas de comunicación.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Nonaka y Takeuchi, 1999

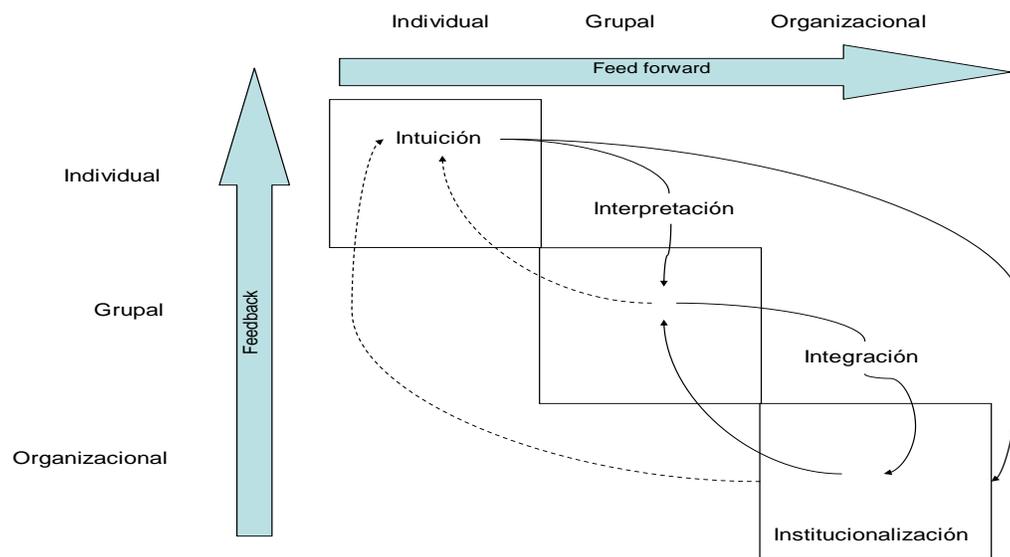
Otro modelo que describe el aprendizaje organizacional es el propuesto por Crossan, Lane y White (1999), quienes consideran diversos niveles de agregación de los aprendizajes (individuo, grupo, organización e institución) y da referencia de los procesos que se dan a través de cuatro fases asociadas con estos niveles (Ver Figura 1):

1. **Fase de la intuición**, surge de las experiencias individuales que configuran imágenes explicadas generalmente por el individuo, a sí mismo y hacia los otros, a través de metáforas. La intuición afecta inicialmente las acciones y decisiones individuales, pero también puede afectar a las de otros por la interacción mutua.
2. **Fase de interpretación** se refiere a aquella en la cual el individuo desarrolla un lenguaje, a través de palabras o acciones, para explicar a él mismo y a otros una percepción, comprensión y discernimiento.

3. **Fase de integración** es aquella en la cual el diálogo y acción conjunta permiten desarrollar no sólo entendimientos compartidos entre individuos sino también acción coordinada y ajuste mutuo.
4. **Fase de institucionalización**, inicia cuando la acción coordinada es recurrente y significativa. Durante esta fase, el proceso de aprendizaje permite incrustar dentro de la organización y a través de sistemas, estructuras, procedimientos y estrategias que aseguran que ciertas acciones ocurran, un aprendizaje obtenido de manera individual o grupal.

De acuerdo con Savall (2002), lo que llega a institucionalizarse es un conocimiento genérico, cuya producción se sustenta en tres principios: 1) el de la interactividad cognitiva⁴, 2) el de la intersubjetividad contradictoria⁵ y 3) el de la contingencia genérica⁶.

FIGURA 1.- MARCO PARA EL APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL



Fuente: Crossan, Lane y White (1999), pág. 532

Es evidente que para los autores antes citados el conocimiento es una construcción social, es decir, se crea durante la interacción social de las personas; pero surge primero en el individuo a partir de sus experiencias, percepciones y subjetividad, en las cuales, como elemento común, existen procesos de reflexión. Esto es, si bien el conocimiento puede surgir durante la interacción social, deviene en lo individual; pues es la persona quien absorbe el

⁴ El conocimiento no es poseído por un solo actor, resulta de la interacción entre dos o más actores.

⁵ La construcción de un sustento común para un núcleo duro de conocimiento genérico que los actores están en posición de reconocer, compartir y llevar adelante.

⁶ No se trata de dar una solución estandarizada o concreta, sino que se estructuran principios para soluciones trabajadas con y por los actores dentro del contexto de sus organizaciones

conocimiento antes de que éste sea puesto en operación y, por supuesto, antes de compartirlo.

Estos procesos se enmarcan en lo que se identifica como procesos metacognitivos, propios de la mente humana, a partir de los procesos de significación que los individuos en interacción dan a las acciones que realizan.

Metacognición y aprendizaje humano y no humano

A finales de los años 70, Flavell presenta el concepto de metacognición que refiere la “cognición sobre el fenómeno cognitivo”, o más simplemente el “pensamiento acerca del pensamiento” (Flavell, 1979). La definición se ha amplificado y abarca ahora la relación de estados afectivos con la cognición y la habilidad para, consciente y deliberadamente, monitorear y regular los propios procesos cognitivos.

La aportación de este concepto es que señala la importancia de reflexionar sobre los saberes y el propio aprendizaje, para darnos cuenta de cómo aprendemos; de cuáles son las limitaciones, propias y del entorno, en este proceso; de cuáles son las mejores estrategias para lograr los aprendizajes; de cuál es la forma en que planificamos estos aprendizajes; pero también señala lo importante que es reflexionar sobre los significados de tal o cual conocimiento y proceso de aprendizaje, tanto para la organización como para la propia persona (su vida, sus saberes, sus intereses): si la persona le toma sentido (significación) al aprendizaje y al conocimiento, coloca su interés y atención en la apropiación del mismo.

También este concepto señala cómo se puede lograr la autonomía en el aprendizaje; así como una actitud crítica y autocrítica sobre el conocimiento y sobre las estrategias de aprendizaje propias. Esto permite alcanzar un aprendizaje significativo, esto es, que cobra sentido para el que aprende.

Los autores que abordan el estudio de la metacognición reconocen que en la cognición están implicados los procesos de significación y afectivos. Al respecto, señala Flavell (2019), “... lo que uno sabe y piensa (conocimiento) interactúa, sin duda, de una forma sustancial y significativa con lo que uno siente (emociones)” (Flavell, 2019, p. 10). Cuando la persona le encuentra sentido a lo que hace y a lo que aprende, el esfuerzo se transforma en entusiasmo y los procesos de creatividad dirigidos a la innovación son propulsados.

La metacognición o metaconocimiento se ha definido como cualquier actividad cognitiva que tiene como objeto conocer y regular aspectos de cualquier empresa cognitiva, esto es, del conjunto de tareas o actividades dirigidas a la gestión del conocimiento y al aprendizaje. Cuando dichas actividades son dirigidas de manera consciente y deliberada a través de procesos metacognitivos, la innovación en procesos productivos y organizacionales es favorecida.

Según Jaramillo-Mora y Osses-Bustingorry (2010), las *estrategias cognitivas* constituyen un conjunto de procedimientos que conforman planes de acción que se traza el sujeto, seleccionados entre diversas alternativas, con el fin de conseguir las metas de aprendizaje. Las estrategias metacognitivas pueden definirse como las acciones dirigidas de manera

consciente a conocer las operaciones y procesos mentales propios, saber utilizarlos y readaptarlos y/o cambiarlas en función del contexto y los objetivos propuestos.

Mientras que los *conocimientos metacognitivos* se refieren al conocimiento de los propios procesos cognitivos (Flavell, 2019, p. 186), lo que involucra tanto los conocimientos como las creencias que tiene un individuo sobre factores que afectan el desarrollo y los resultados de sus actividades cognitivas (Pinzás, 2003, p. 65). Este tipo de conocimiento responde a las preguntas reflexivas de ¿Cómo aprendo?, ¿Qué puedo hacer con lo que sé? ¿Qué destrezas he generado en el aprendizaje? Estas preguntas llevan a tres ámbitos de conocimiento: 1) sobre la persona misma, conocimientos y creencias como sujeto cognoscente; 2) sobre la tarea, o a su interacción con el entorno en las acciones que realiza, y cómo el conocimiento y sus variantes afectan las actividades mismas o metas establecidas; 3) sobre estrategias efectivas para el logro de metas cognitivas, dirigidas a cómo hacer e interactuar para alcanzar estas metas (Flavell, 2019).

Por otra parte, *las experiencias metacognitivas* son experiencias conscientes, cognitivas o afectivas, relacionadas con una empresa cognitiva (Flavell, 1979; 2019), que se conforman de actividades, tareas o acciones, las cuales evalúan la eficacia de la estrategia que se aplica sobre la empresa cognitiva cuando ésta se realiza como un acto consciente, con acciones deliberadas y con el foco de atención dirigido; esto es, cuando la persona está centrada con claridad en la intención, deviene la atención y dedicación (Ruiz Soto, 2009); lo que con antelación identificamos como “toma de conciencia” (Vygotsky, 2013)⁷

Es por ello, destaca Flavell, que ante la presentación y formulación de un problema del cual no hay conocimiento metacognitivo previo, o es insuficiente, se plantean estrategias metacognitivas con procesos específicos de autorregulación del aprendizaje: metas, selección y planificación de estrategias adecuadas, donde destacan el monitoreo del progreso y, de manera simultánea, la evaluación del rendimiento para el aprendizaje eficaz y la mejora continua (Flavell, 2019; Pinzás, 2003). Adicionalmente, la actitud, que tiene su soporte en los procesos de significación antes señalados, es fundamental: aceptación al aprendizaje derivado del sentido que tiene el mismo en la vida laboral, profesional y personal.

El modelo de metacognición descansa en el proceso central de la intención deliberada y en conciencia de monitorear el propio conocimiento: el objeto de conocimiento es el conocimiento: ... el monitoreo de las empresas cognitivas⁸ procede a través de las acciones e interacciones entre el conocimiento metacognitivo, las experiencias metacognitivas, los objetivos / tareas y las acciones / estrategias (Flavell, 1979, p. 909) (Traducción propia).

⁷Que se ha identificado, recientemente como un estado de conciencia creativo donde el grupo y las personas están concentrados en la empresa cognitiva de innovación, creatividad o creación, y que empresas dentro de *Silicon Valey* le han denominado estado de *Flow*: “En el campo de la investigación del flow, vemos lo mismo: estar «en la zona» incrementa significativamente la creatividad”. (Kotler & Wheal, 2021, p. 52)

⁸ Por empresa cognitiva deberá entenderse acciones emprendidas deliberadamente.

Con relación a lo anterior, Vygotsky (2013) argumenta que al interiorizar el aprendizaje no solamente se incorpora una forma de plantear y resolver problemas, sino, además, técnicas y estrategias para monitorear el proceso cognitivo. Cuando el problema proviene de la habituación (Bordieu, 2007), se aplica el principio señalado por Vygotsky: a problemas similares, soluciones similares; cuando el problema varía en especificidad, entra la evaluación, para lo cual se realiza el monitoreo de los saberes.

Por su parte, Ann Brown (1987, citada por Papaleontiou-Louca, 2003), distingue entre conocimiento sobre la cognición, que puede ser estable pero falible y permanece relativamente consistente dentro de los individuos; y la regulación de la cognición, que puede ser relativamente inestable y puede verse afectada por patrones de excitación (ansiedad, miedo al interés) y autoconcepto del individuo. Adicionalmente señala que en el desarrollo de los aprendizajes también influye el contexto social del individuo y la cultura en que se desenvuelve.

La importancia de estas características y manifestaciones totalmente subjetivas e individuales nos lleva a reconocer que el significado que damos a cada una de nuestras acciones, decisiones y pensamientos, afectan el aprendizaje individual, grupal, organizacional y, por ende, tecnológico. Luego, la relación entre acción y significación es lo que caracteriza al aprendizaje humano. Lo que significa una acción se hace manifiesta, elocuente en la actitud de aceptación (se le ve el sentido a la acción) o de rechazo (no le ve sentido o no hay acuerdo en la realización).

Partiendo de la teoría de la acción social de Weber (1983), el proceso de aprendizaje es un proceso relacional donde son igualmente importantes tanto el conocimiento tácito como el explícito de los individuos (Polanyi, 1983; Nonaka y Takehuchi, 1999; Crossan, Lane y White, 1999; Savall, 2002). Diversos autores basados en esta corriente teórica (Weber, 1983; Schütz, 1974; Gertz, 1973; y más recientemente Gergen, 1915) han mostrado que en toda acción humana siempre está presente el proceso de significación, antes, en el mismo acto y después; debido a que el ser humano es de naturaleza relacional. Aun estando solo, en la mente del hombre existe el vínculo relacional con la tradición y con los condicionamientos psicosociales imperantes en una época y circunstancia específica.

El significado que da sentido a su acción está en función de qué hace, con quién lo hace y lo que le significa, contextual e históricamente. El entrecruzamiento entre acción y sentido ha sido también señalado por Weber (1983) quien llama “acción con sentido” a aquella que es comprensible por dos vías: una racional, sustentada en la lógica del acto en sí; otra endopática, esto es afectiva, que conecta irreductible e inseparablemente la acción con los sentimientos presentes en toda acción.

Los elementos racionales en una acción son identificados a los ojos de cualquier observador en el hacer mismo; pero también encontrará embebidos un conjunto de emociones provenientes del ámbito subjetivo de significación, del sentido que el individuo ha dado a la acción, y que se manifiestan en actitudes elocuentes, verbales y no verbales, de aceptación o rechazo.

Los procesos de significación, sustentados en valores socioculturales, creencias y pensamientos, están dados en cada cultura como un paquete dirigido a regular el comportamiento, tal que la interacción social, donde se construye la intersubjetividad, funciona como una casa de espejos a partir de los cuales se acepta, negocia, rechaza o impugna cualquier acción. En este sentido, Berger & Luckmann (2001, p. 11) señalan: “La realidad de la vida cotidiana se me presenta... como un mundo intersubjetivo... que comparto con otros... la vida cotidiana es tan real para los otros como lo es para mí.”.

Así, para explicar cómo el hombre aprende, toma relevancia detenernos en los actos con significado, que no es sino el dar sentido subjetivo a toda acción- Hemos señalado que toda acción humana tiene ineludiblemente arraigados procesos de significación desplegados en actitudes, pero si ambos elementos -acción y actitud- se desagregan, los primeros -actos- son habilidades, destrezas, conocimientos, saber hacer directamente sobre objetos tangibles e intangibles; mientras que los segundos -actitudes- están directamente vinculados a procesos de significación netamente humana: 1) indicativos de objetos en la acción misma sustentado en la representación lingüística (sin símbolos -verbales y no verbales- no hay representación y por tanto no hay indicación); 2) los elementos emotivos son cruciales en la acción, ya que están vinculados al sentido subjetivo de la acción y se expresan en dos vertientes: aceptación, y por tanto sinergia positiva en la acción, o rechazo, generando sinergia negativa en la acción, dicha sinergia lleva ineludiblemente al estado de creatividad e innovación. Dicho rechazo se manifiesta en diferentes gradientes: como rechazo manifiesto donde hay reclamo argumentación encaminada a la negociación explícita o a la obstaculización de la acción; rechazo interno, observable en actitudes de la contradicción entre deber hacer y no querer hacer; y resignación pasiva, que se muestra en un hacer más vinculado al deber que la querer y aceptar.

La importancia de lo anterior es que solo a partir de la actitud de aceptación es posible hablar de creatividad y transformación, es decir, cuando tiene sentido a la acción y por tanto se fomenta la innovación. Un estudio en *Silicon Valey*, de finales de 2016, “...llegó a dos conclusiones generales. La primera, que la creatividad es esencial para resolver problemas complejos, La segunda es que se obtiene muy poco éxito cuando se pretende entrenar a la gente para que sea más creativa. Y este fracaso tiene una explicación bastante simple: estamos tratando de ejercitar una habilidad, cuando lo que necesitamos ejercitar realmente es un estado mental.” (Kotler & Wheal, 2021): La aceptación del problema a resolver deriva en la intención de abordarlo, y con ello en atención y dedicación, como estados mentales de dedicación.

Para dicha aceptación, es importante intervenir con procesos metacognitivos: reflexionar sobre pensamientos, creencias y valores que configuran significados vinculados a la acción y al aprender. De esta manera, las acciones con significado, como parte integral del proceso cognitivo del ser humano, se presentan en una circularidad cognitiva y significativa que incide en nuevas acciones impregnadas de una forma de hacer: las actitudes. El acicate disparador del aprendizaje proviene entonces de las necesidades y las capacidades para generar sistemas cognitivos autónomos y adaptables a su entorno.



Donde, las necesidades o requerimientos de cada individuo son personales e intransferibles, ya que cruzan por elementos de subjetividad, pero también de saberes y conocimientos.

Ahora podemos empezar a distinguir las diferencias con el aprendizaje de los dispositivos llamados “inteligentes”, sustento de la implementación de la industria 4.0. Lo primero que se debe tener claro es que los dispositivos realizan acciones y dan respuestas que están programadas. Esto es, hechas explícitas vía un código de programación que se instala en los artefactos.

La reconfiguración de funciones matemáticas y la ponderación o filtro de señales de datos, modeladas también mediante funciones por ejemplo en las redes neuronales; la reconfiguración de probabilidades de hechos a contabilizar en reglas de producción de los sistemas expertos, mediante procesos y técnicas estadísticas; el reconocimiento de conceptos y objetos mediante conteo repetido de características particulares de tales objetos y conceptos; el reconocimiento de patrones de búsqueda y consumo por la frecuencia que se capta en la repetición de características de estas mismas; la identificación del “mejor candidato” mediante la medida que se asigna a las características del mismo y su coincidencia con intervalos de calificaciones identificadas como ideales; entre otros; se construyen con fórmulas matemáticas, relaciones geométricas, estadísticas o de álgebra lineal, en las cuales no se pueden incorporar significados y, con ello, emociones, intereses, motivaciones, ni pensamiento creativos.

Todo lo que parezca aprendizaje inteligente no es sino un ajuste a los llamados “mecanismos de aprendizaje” mediante cambios programados que reconfiguran las reglas y medidas de respuesta o actuación de los artefactos. Los mecanismos de la Inteligencia Artificial (IA) dejan atrás a la capacidad humana por volumen de información y velocidad de su procesamiento; pero no por el análisis contextual de la misma, esto es de su valoración significativa social e histórica, ya que ella no puede sumergirse en las diferentes complejidades y dimensiones de lo que implica ser humano. Mientras los artefactos “inteligentes” aprenden de los datos con algoritmos, los humanos aprenden más de la experiencia.

El comportamiento de los artefactos sólo tiene un ala: la acción (hacen lo que hace porque tienen la estructura y programación específica); mientras que el comportamiento humano tiene dos alas: acción y actitud que surge por el proceso de significación. Este ámbito actitudinal es la pieza angular actual en la implementación exitosa de las tecnologías, sobre todo de las asociadas a la industria 4.0, debido a la imperiosa necesidad de valoración contextual al adaptar las tecnologías a los procesos de trabajo. Por ello, se requiere la intervención humana para que el conocimiento sea aplicado en la innovación y desarrollo en todas las áreas de la vida humana, en particular en las organizaciones.

RESULTADOS

Se resumen los hallazgos al revisar la literatura:

1. La Industria 4.0 es un concepto que, para ser implementado en las empresas, requiere de aprendizaje tecnológico y organizacional para desarrollar las capacidades tecnológicas y de absorción necesarias para que la empresa sea innovadora.
2. El aprendizaje organizacional toma como base el conocimiento tácito y explícito que forma parte de los individuos de la organización, o que proviene del intercambio con proveedores, clientes y aliados; cuyo uso se acompaña de mecanismos de autorreflexión y monitoreo propios de la metacognición.
3. La metacognición, a su vez, se basa en el significado que el hombre da a sus acciones, dentro de su interacción no sólo con otros individuos sino con artefactos que le apoyan en sus tareas.
4. La forma de aprender del hombre y de los artefactos es muy diferente, ya que sólo el primero es capaz de dar significado a sus acciones mientras los segundos sólo siguen las indicaciones de algoritmos programados, carentes de esta característica de significación.

CONCLUSIONES

Más allá de los artefactos denominados inteligentes, que surgen de las tecnologías que conforman la i4.0, el éxito al establecer la innovación tiene como base fundamental a los procesos metacognitivos, de reflexión y pensamiento crítico, que solo los seres humanos pueden desarrollar por su propia naturaleza y a partir de que valoran significativamente los contextos socioeconómicos e incluso históricos. Es por ello que las organizaciones deben impulsar estos procesos, para estimular la creatividad y aprendizaje colaborativo humano e implantar de manera exitosa la i4.0.

De los conocimientos que surgen al estudiar los procesos metacognitivos y creativos, se desprende que, a diferencia del señalamiento que algunos hacen sobre que los artefactos con funcionamiento basado en IA superarán a las aportaciones humanas, la IA es un apoyo importante como generador de ideas y conocimiento, pero está lejos de la creatividad; por ello, no deben ser considerados dichos artefactos una amenaza, sino elementos aditivos, no sustitutivos, en el trabajo colaborativo.

De los aspectos más relevantes de esta investigación destaca el que los procesos metacognitivos han estado presentes en la evolución tecnológica de la humanidad; sin embargo, ante la avalancha de información y conocimiento en que se encuentran actualmente las organizaciones, es importante dar claridad de las condiciones metacognitivas necesarias para que emerjan la innovación y la creatividad: reflexión sobre los procesos de aprendizaje y saberes; y, lo más importante, valorar el momento significativo en el que el propósito y atención por resolverla llevan a la dedicación en la tarea.

En el actual desarrollo organizacional y tecnológico, donde el ser humano es arrollado por un cúmulo ingente de datos e información que debe de procesar para seleccionar, contextualizar, corregir y tomar decisiones, el margen de tiempo que hay entre la recepción de datos y la necesaria respuesta es cada vez más reducido. Son entonces los procesos metacognitivos: toma de conciencia, reflexión, análisis de los conocimientos adquiridos y necesarios, además de las emociones propias de los integrantes de la organización involucrados, los que deben llevar a la eficacia en la toma de decisiones.

De esta manera, impulsar la práctica de procesos metacognitivos en la implementación de la i.4.0 permitirá generar coherencia entre necesidades y soluciones, donde la IA debe ser solo una herramienta para el apoyo a la valoración humana. 

REFERENCIAS

- Alva, N. (2010). *Fuera de la cabeza. Por qué no somos el cerebro y otras lecciones de la biología de la consciencia*. Siglo XXI
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. *Trade, Technology and International Competitiveness* (págs. 69-101) / I. H. (ed) . The World Bank
- Berger, P., & Luckmann, T. (2001). *La construcción Social de la Realidad*. Argentina: Amorrortu.
- Boston Consulting Group [BCG], (2015) Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *Digital Transformation. Focus*. April 09, 2015
- Bordieu, P. (2007). *El sentido práctico*. Siglo XXI Editores
- Bruner, J. (1991). *Actos de Significación. Más allá de la revolución cognitiva*. Alianza.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (September de 1989). Innovation and Learning: the Two Faces of R&D. *The Economic Journal*, 99, 569-596.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Sciences Quaterly*, 35 (1), 128-152.
- Crossan M.M., Lane H.W. y White R.E. (1999). An Organizational Learning Framework: from Intuition to Institution. *Academy of Management Review*, 24 (3), 522-537
- Drucker, P. F. (1997). *Toward the new organization. Leader to Leader*, 1997(3), 6-8. <https://doi.org/10.1002/ltl.40619970304>
- Fagerberg, J. (2004). Innovation: A Guide to the Literature. *The Oxford handbook of innovation*, 1-26. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>
- Fagerberg, J. (2009). A Guide to Schumpeter. *Confluence. Interdisciplinary Communications* 2007/2008, 20-22
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Flavell, J. H. (2019). *El desarrollo cognitivo* (Vol. 87). Antonio Machado Libros.
- García, S. (2022) *Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en microempresas de carpintería en la Ciudad de México / . [tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco] /Ciudad de México, México. Repositorio institucional: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/40009>*
- Geertz, C. (1973). *La Interpretación de las Culturas*. Gedisa.
- Gergen, K. J. (2015). *El ser relacional. Más allá del Yo y de la Comunidad*. Desclée De Brouwer.
- Hecklau, F.; Galeitzke, M.; Flachs S.; Kohl H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP* ,54, 1-6. DOI: 10.1016/j.procir.2016.05.102.
- Jaramillo Mora, S.M. y Osses-Bustingorry, S. (2010, 13 de septiembre) Competencias básicas. *Procesos metacognitivos en el curriculum de ciencias naturales a nivel de educación general básica* [ponencia]. Congreso Iberoamericano de Educación. Metas 2021.
- Jensen, M.B., Johnson, B., Lorenz, E. y Lundvall, B. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36 (5): 680-693.
- KIM, D. H. (1993). The Link between Individual and Organizational learning. *Sloan Management Review*. Fall, 37-50

- Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. *Industrial and Corporate Change*, 8, 111-136.
- Kim, D. y Lee D. (2018). Impacts of Metacognition on Innovative Behaviors: Focus on the Mediating Effects of Entrepreneurship. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*.
- Kotler, P. (2011). Innovar para ganar: el modelo A-F (Fernando Trias de Bes, trad.) *Empresa Activa*.
- Kotler, S., & Wheal, J. (2021). *Robar el fuego*. Editorial Sirio S.A. Edición de Kindle.
- Malerba, F. (1992). Aprendizaje por empresas y cambio técnico incremental. *Economic Journal*, 102.
- Neumann, W. P.; Winkelhaus, S.; Grosse, E.H.; Glock C.H. (2021). Industry 4.0 and the human factor – A systems framework and analysis methodology for successful development. *International Journal of Production Economics*, 233, 10799 /Science Direct, Elsevier
- Nonaka, I. y Takeuchi H. (1999) *La organización creadora de conocimiento*. Oxford University Press, 60-103
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE], (2018) *Perspectivas de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2018 de la OCDE: Adaptación a la disrupción tecnológica y social* | iLibrary de la OCDE (oecd-ilibrary.org) obtenido en 10.1787/sti_in_outlook-2018-en
- Ordoñez, I. (2022) *Procesos de innovación en comunidades virtuales, análisis de caso: Comunidades Virtuales en español relacionadas con Diabetes Tipo 2*. [tesis de Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco] /Ciudad de México, México
- Osman, M. E. y Hannafin, M.J. (1992) Metacognition Research and Theory: Analysis and Implications for Instructional Design *ETR&D*, 40 (2)
- Papleontiou-Louca, E. (2003). The concept and instruction of metacognition. *Teacher development*, 7(1), 9-30.
- Pinzás, J. (2003). *Metacognición y lectura*. Fondo editorial PUCP.
- Polanyi, M. (1983) *The Tacit Dimension*. Gloucester, Massachussets, 1-25
- Ruiz Soto, A. (2009). Curso 1, el conocimiento de uno mismo. *Instituto de Semiología de la Vida Cotidiana*.
- Savall, H. (2002). International dissemination of the socio-economic method. *Journal of Organizational Change Management*, 16 (1), 107-115 (Henri Savall, guest ed.). Edit. Emerald. / ISSN 0953-4814
- Schrage, M. (2015). Get More Innovative by Rethinking the Way You Think. *Innovation* November 05
- Schütz, A. (1974). *La construcción significativa del mundo social*. Paidós
- Vygotsky, L. (2013). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós (Ediciones Kindle).
- Weber, M. (1983). *Economía y sociedad*. Fondo de Cultura Económica
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Paidós



Como citar:

De León Jiménez, S., y Peñalva Rosales, L. P. (2024) La importancia de los procesos metacognitivos para la implantación exitosa de la industria 4.0 en las empresas. *Administración y Organizaciones*, 27 (Especial)



<https://doi.org/10.24275/BTJB9106>



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.