

Discusión teórico - metodológica:

UNA TAXONOMÍA DEL APRENDIZAJE PARA LA INDUSTRIA 4.0 PARA PYMES SITUADAS EN PAÍSES EN DESARROLLO.

Eje temático 2: Innovación en PyMEs y nuevos modelos productivos.

Autoras: Ma. Cecilia Gutiérrez - María Della Torre - Universidad Nacional de Rafaela.
mceciliagutierrez@unraf.edu.ar - maria.dellatorre@unraf.edu.ar

Introducción: La denominada cuarta revolución industrial propone reorientar estratégicamente las empresas hacia las necesidades específicas del cliente con multiplicidad de nuevas tecnologías- (Rogers, 2016). Esta disponibilidad permite el rediseño de procesos y la generación de innovaciones que aportan a la competitividad empresarial. Robustecer los procesos actuales de valor y detectar nuevas de estas oportunidades será el diferencial para crear una competitividad empresarial sostenible. En los países en desarrollo, en el caso particular de América Latina, estos cambios tecnológicos afectan de forma peculiar a las empresas allí establecidas y de manera especial a las pymes. La inestabilidad macroeconómica, las dificultades de acceso a financiamiento y a las nuevas tecnologías, entre otras, dificultan el camino para las empresas allí situadas. El desafío es que estas organizaciones detecten los cambios competitivos que afectan a su sector, seleccionen las tecnologías posibles y adecuadas, analicen su potencial para sumar valor y trabajen en la generación de capacidades en el capital humano para maximizar las potencialidades de generación de valor.

En la región, estas empresas constituyen un componente fundamental del entramado productivo en la región: representan alrededor de 99% del total de empresas y dan empleo a cerca de 67% del total de trabajadores.(CEPAL,2022). Es por ello que este trabajo se propone como objetivo fundamental desarrollar una taxonomía del proceso de aprendizaje que deben transitar las pymes, en este caso de América Latina, para afrontar la Industria 4.0.

Los enfoques modernos consideran a la tecnología como un cúmulo de conocimientos, que abarca categorías cognoscitivas, códigos de interpretación, habilidades tácitas y concretas de resolución de problemas con altos componentes territoriales y relacionales- (Fernández López, 1998). La actual etapa de cambio tecnológico que se está atravesando con la Industria 4.0 supone para las empresas un gran proceso de aprendizaje. El desarrollo de la literatura sobre esta temática es amplia y aún en construcción.

Así, para entender el funcionamiento del proceso de aprendizaje en momentos de profundo cambio tecnológico, en el contexto de países en desarrollo, se hace preciso aclarar su estructura y tratar de determinar el papel de sus componentes en el proceso. Como punto de inicio de este desarrollo, retomamos como base la importancia que tienen para las empresas los procesos de incorporación tecnológica. Para autores latinoamericanos como Dutrénit, Torres y Vera Cruz, así como otros autores como Cohen y Levinthal (1990), Lane y Lubatkin (1998), Todorova y Durisin (2007) y Patterson y Ambrosini (2015), la identificación de valor del conocimiento externo es un paso previo indispensable para que la adquisición del mismo se produzca eficazmente. Identificar y planificar cuál es el camino seleccionado para comenzar a transitar la Industria 4.0 de acuerdo con los objetivos estratégicos de la firma, constituye el punto de partida inicial de esta transformación.

Para Teece (2007), los procesos de aprendizaje permiten a la organización detectar y comprender esas nuevas oportunidades que se dan en el entorno e incorporarlas a la empresa. El cambio tecnológico requiere desarrollar la capacidad de combinar modos (Lundvall y Llorens,2010) y tipos de conocimientos (Foray y Lundvall,1996) a través de actividades

concretas, para que aquél pueda adaptarse a la realidad única de la firma y su contexto, para lograr las mejores posibilidades individuales de explotar las alternativas que se presentan. La planificación de ese cambio y la concordancia de los mismos con los objetivos organizacionales serán claves para la competitividad empresarial.

Los procesos de aprendizaje requieren que los integrantes de la firma tomen actitudes proactivas, así empresarios, directivos, gerentes y trabajadores en su condición de sujetos activos, son capaces de introducir conocimientos para transformarlos en nuevos productos, procesos, mecanismos y rutinas organizacionales, lo que Zahra y George (2002) llaman el potencial de transformar las capacidades potenciales de absorción en realizadas.

Otro tema relevante es que el proceso de desarrollo tecnológico es acumulativo, donde la tecnología y las capacidades continúan una trayectoria que es ***path dependence***, vinculada al pasado transitado (Silverberg, Dosi y Orsenigo, 1988). La tecnología y capacidades tecnológicas de la firma, parten de la estructura anterior, evolucionan y se acumulan en el tiempo y ese sendero está acotado de alguna manera a esas áreas y actividades tecnológicas y económicas previamente existentes (Motta y Morero, 2010). Esa trayectoria marcará de la misma manera el proceso de aprendizaje de transformación digital.

Desarrollo:

Se propone a continuación una taxonomía del Aprendizaje 4.0 para empresas pyme de países en desarrollo, que busca constituirse como un aporte para las empresas y los actores de los sistemas de innovación, para sumar a la preparación de las sucesivas etapas de esta transformación.

	Fase de implementación de la Industria 4.0	Descripción	Características	Tipos de aprendizaje	Actividades de aprendizaje	Modo de conocimiento STI/DUI
Aprendedora 4.0 inicial	Fase inicial. Establecimiento de la infraestructura.	Instalación de hardware para la automatización de procesos, conectividad y almacenamiento de datos. (sensores, PLC, pantallas HMI (human machine interface), routers wi fi, etc) Software informático incorporado tradicional (ERP (enterprise resource planning), GMAO (gestión del mantenimiento asistido por ordenador), CRM (gestión de relación con los clientes),MRP (plan de requerimiento	La empresa incorpora conocimiento en modo I+D enlatado. Softwares. Incipiente mejora en las capacidades tecnológicas. Mejoras en las infraestructuras digitales.	Incorpora conocimiento codificado desarrollado fuera de ella. Know what - know who-	Aprender usando, aprender capacitando.	STI no incorporado.

		de materiales), etc.				
Aprendedora 4.0	Digitalización y extracción de la información.	Instalación de sistemas de recopilación de datos. Generación de indicadores. Control Centralizado de la información. Integración de Robots.	Se sistematiza el proceso de Industria 4.0 de la empresa. Se ordena, sistematiza, prioriza y consolida el plan 4.0.	Se profundiza la combinación de conocimiento codificado y conocimiento tácito. Know what - know how - know who.	Aprender de las experiencias propias, capacitación, contratación de individuos clave, interacción, clientes, competidores, licenciamiento, búsqueda de información.	STI y DUI combinados. Fuerte preeminencia de STI no incorporado.

Aprendedora industria 4.0 avanzada	Fase de expansión	<i>Software de Big Data y Analítica Predictiva.</i> Internet de las cosas. Impresión aditiva. Realidad virtual y realidad aumentada.	Se combinan conocimientos I+D y tácitos para la incorporación en los productos de la Industria 4.0	Se profundiza aún más la combinación de conocimiento codificado y conocimiento tácito específicos de los productos y de la cadena. Know what - know how - know why - know who	Aprender usando, de las experiencias, de la I+D, capacitación, contratación de individuos clave, interacción, clientes, proveedores, competidores, búsqueda de información	Modo STI y DUI combinados de conocimientos
---	-------------------	---	--	---	--	--

Fuente: elab. propia.

En una empresa que se inicia e implementa las primeras fases de la Industria 4.0, las primeras incorporaciones tecnológicas que se realizan se relacionan con el establecimiento de la infraestructura que dará base al proyecto de digitalización. En esta etapa, donde denominamos a la empresa como “Aprendedora 4.0 inicial” la empresa incorpora los primeros *software* y *hardware* así como la infraestructura tecnológica de base de conectividad que le permite utilizar estos servicios. Se trata mayoritariamente de tecnologías de desarrollos no incorporados, que utilizan conocimientos codificados y vinculados a modos STI (**Science, Technology and Innovation**) de aprendizaje. Se requiere del **know what** y del **know who** para determinar qué tipo de sistemas son los más adecuados para incorporar según el tipo de negocio, proceso, producto y servicio que presta la empresa y a quién recurrir para obtener dichas licencias tecnológicas.

La incorporación de sensores, PLC (lenguaje de control de proceso), *software, routers*, etc permite desarrollar los cimientos de la infraestructura tecnológica inicial. Es un proceso de cambio muy importante para las pymes que les exige adaptarse a sistemas incorporados a los

que debe adaptarse utilizando conocimientos codificados que aprende a través de capacitaciones en toda la organización, prácticas de uso y aplicación. La empresa incorpora conocimiento en modo I+D (investigación y desarrollo) no incorporado y prediseñado, especialmente en *softwares*. Se visualiza una incipiente mejora en las capacidades tecnológicas del capital humano al que se prepara para el cambio sobre todo de las áreas que los utilizan. Se realizan mejoras en las infraestructuras digitales que acompañan los requerimientos de las adquisiciones realizadas.

Avanzando en el proceso de incorporación de aprendizajes de la Industria 4.0 nos encontramos con “empresas aprendedoras”. En esta etapa las empresas profundizan la digitalización y se sistematiza el proceso de extracción de la información.

Se instalan sistemas de recopilación de datos y comienza la generación de indicadores propios muy útiles al momento de tomar decisiones. Se asume un control centralizado de la información. En algunos casos comienza la integración de robots para los procesos.

Se avanza hacia el diseño de un plan ordenado, sistematizado, con prioridades que consolida a la empresa en el camino hacia la Industria 4.0 Se profundiza la combinación de conocimiento codificado y conocimiento tácito generado en la organización, que se recopila a través de innovaciones organizacionales.

Se da una preeminencia de los conocimientos *know what - know how - know who*: la firma define en planes qué va a realizar, cómo y con qué aliados. Sistematiza, profesionaliza el proceso de digitalización y busca socios estratégicos que le ayuden en la consolidación del proceso.

Las actividades de aprendizaje se amplían e incluyen aprender de las experiencias propias, capacitaciones, contratación de individuos clave, interacción, clientes, competidores, licenciamiento de patentes; y búsqueda de información.

Con respecto a los modos de innovación, se comienza con la combinación de STI y DUI (*doing, using and interacting*), aunque con fuerte preeminencia de STI no incorporado aún.

Por último, en la etapa final del proceso de aprendizaje Industria 4.0 encontramos a las firmas “aprendedoras avanzadas”.

Se produce una fase de expansión de la digitalización, llegando a todos los sectores y funciones de la empresa. Se incorporan o desarrollan *software* de *big data* y analítica predictiva, internet de las cosas, impresión aditiva, realidad virtual y realidad aumentada. Se combinan conocimientos I+D y tácitos para la incorporación en los productos de la Industria 4.0

Se profundiza aún más la combinación de conocimiento codificado y conocimiento tácito específicos de los productos y de la cadena. Los conocimientos refieren al *know what - know how - know why - know who*: se profundizan, ordenan, priorizan y sistematizan para la implementación definitiva en toda la organización, sectores y funciones de la empresa.

Las actividades de aprendizaje se universalizan en toda la estructura y se centran en el aprender usando, de las experiencias propias, de la I+D, de capacitaciones, contratación de individuos clave, interacción con el entorno, con clientes, proveedores, competidores y búsqueda de información relevante para llevar a cabo las innovaciones.

Se profundizan los modos STI y DUI combinados de conocimientos. El rol del conocimiento interno de la empresa de ambos modos resulta altamente relevante para que la digitalización sea un agente de incorporación de información valiosa para la organización.

Conclusiones:

Retomando la relevancia del proceso de Aprendizaje 4.0 para las empresas, vemos que la necesidad de enfrentarse a cambios competitivos impone a las empresas la adopción de nuevos modelos estratégicos que requieren la coordinación entre el dominio tecnológico (vasto y complejo) con la estrategia de negocios regida por los cambios competitivos.

Así, las firmas que afronten de manera más sistemática y organizada los procesos de Industria 4.0 estarán mejor preparadas para la nueva realidad. La competitividad de los países depende de la competitividad de sus empresas. Navarro y Sabalza (2016) resaltan los beneficios potenciales de implementar estas tecnologías y enfatizan el marco de factores clave para implementar la Industria 4.0: la tecnología, las personas, las organizaciones y el entorno.

Los procesos de aprendizajes en las revoluciones tecnológicas que imponen nuevos paradigmas tecnoeconómicos, como la digitalización, resultan de vital importancia para la competitividad empresarial de las pymes. Adaptarse a la nueva realidad competitiva es un desafío de supervivencia empresarial que en entornos macroeconómicos complejos e inflacionarios se torna aún más difícil.

Los procesos de planificación de estos cambios emblemáticos son esenciales para su sostenibilidad en el tiempo. La concordancia de las innovaciones tecnológicas a incorporar con los objetivos organizacionales, son esenciales para producir incrementos graduales de competitividad. Dadas las restricciones financieras, la selección de las tecnologías apropiadas resulta esencial para que el proceso de cambio pueda tener continuidad. El desarrollo interno de las capacidades y competencias para el mejor uso de esos recursos tecnológicos, es un elemento central de competitividad.

Es así, que los procesos de aprendizaje tecnológico desempeñan un rol determinante para la competitividad empresarial y regional. Es por ello, que el modelo aquí presentado puede resultar de utilidad tanto para los empresarios pyme que lideran estos procesos, como para sus socios en la cadena de valor, para sus clientes, para los *policy makers* locales, regionales y nacionales, así como para institutos tecnológicos, universidades, agencias de desarrollo y otros actores relevantes para la realidad socioeconómica de las pymes. Todos los aportes que estas empresas puedan recibir de su entorno, resultan oportunidades clave para que puedan enfrentar este desafío de la mano de socios estratégicos que colaboren en esta nueva realidad competitiva y les aporten ayudas para la toma de decisiones cruciales para su supervivencia en este modelo global, tecnológico y de alta complejidad.

Bibliografía:

Cepal (30 de agosto de 2022) Acerca de microempresas y pymes. <https://www.cepal.org/es/temas/pymes/acerca-microempresas-pymes>

Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, nº 1, pp. 128-152.

Dutrénit, Torres y Vera Cruz (2020). Procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en el nivel empresa. Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos: herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje. Compilado por Diana Suárez; Analía Erbes ; Florencia Barletta. - 1a ed.- Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento; Madrid: Ediciones Complutense, 2020.

Fernández López, Manuel (1998). Historia del pensamiento económico. Buenos Aires: AZ.

Foray, D and Lundvall BA (1996) (1996), The knowledge-based economy. Form the economies of knowledge to the learning economy. Introduction to OECD- publication on The Knowledge. Based Economy, OECD, Paris.

Lane, Peter & Lubatkin, Michael. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*. 19. 461-477. 10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<461::AID-SMJ953>3.3.CO;2-C.

Lundvall, Bengt Art & Lorenz Eduard (2010). El enfoque DUI y de variedades relacionadas. Innovación y aprendizaje: lecciones para el diseño de políticas. Innovasque - Orkestra. Pag. 44-101.

Motta, Jorge & Morero, Hernán (2010). La teoría moderna de la innovación y sus antecedentes en el pensamiento económico. Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos:

herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje. Compilado por Diana Suárez; Analía Erbes ; Florencia Barletta. - 1a ed.- Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento ; Madrid :Ediciones Complutense, 2020.

Mikel Navarro, Xavier Sabalza (2016). *Ekonomiaz: Revista vasca de Economía*, ISSN 0213-3865, Nº. 89, págs. 142-173

Patterson, William; Ambrosini, Veronique (2015). Configuring absorptive capacity as a key process for research intensive firms, *Technovation*, Volumes 36–37, Pages 77-89, ISSN 0166-4972, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.10.003>.

Rogers, David. (2016). *The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age* (Columbia Business School Publishing)

Teece DJ. (2007). Managers, markets, and dynamic capabilities. In *Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations*, Helfat C, Finkelstein S, Mitchell W, Peteraf MA, Singh H, Teece DJ, Winter SG (eds). Blackwell: Oxford, U.K.; 19–29.

Silverberg, Gerald, Dosi, Giovanni and Orsenigo, Luigi, (1988), Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-organisation Model, *Economic Journal*, 98, issue 393, p. 1032-54, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ecj:econjl:v:98:y:1988:i:393:p:1032-54>.

Todorova, Gergana & Durisin, Boris. (2007). Absorptive Capacity: Valuing a Reconceptualization. *Academy of Management Review*. 32. 774-786. 10.5465/AMR.2007.25275513.

Zahra, Shaker & George, Gerard. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *The Academy of Management Review*. 27. 10.2307/4134351.