

Siemens en el contexto de la Industria 4.0: algunas estrategias para mantener y ampliar sus capacidades tecnológicas y de aprendizaje organizacional

Siemens in the context of Industry 4.0: some strategies to maintain and expand its technological and organizational learning capabilities

 Alejandro García Garnica*

Artículo recibido: 15-10-23

Artículo aprobado: 21-11-23

Palabras clave:

Industria 4.0, tecnologías digitales, Siemens, aprendizaje en el trabajo, estrategias de colaboración.

Keywords:

Industry 4.0, digital technologies, Siemens, learning at work, collaboration strategies.

Cómo citar este artículo

García Garnica, A. (2023). Siemens en el contexto de la Industria 4.0: algunas estrategias para mantener y ampliar sus capacidades tecnológicas y de aprendizaje organizacional. *Entretextos*, 15(39), 1-17. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202339678>.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar cuáles son algunas de las estrategias seguidas por el corporativo Siemens para ampliar tanto sus capacidades de aprendizaje como las ligadas a la innovación digital. Es un estudio de caso que documenta el por qué este corporativo es considerado como uno de los líderes tecnológicos en el contexto de la Industria 4.0. Con base en el resultado de la investigación se encuentra que esta empresa internacional, como parte de su estrategia, descentralizó muchas plantas ligadas a sus líneas de negocio fuera de Alemania y también llevó a cabo múltiples acuerdos de colaboración y *join ventures*. De igual forma, capacita de manera continua a su personal, establece nexos con instituciones educativas e impulsa internamente una cultura corporativa que facilita el aprendizaje laboral, la flexibilidad y su adaptación a los cambios del contexto.

* Facultad de Estudios Superiores de Cuautla de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Correo electrónico: alejandro.garciag@uaem.edu.mx.

Abstract

This work aims to analyze some of the strategies that the Siemens corporation has followed to expand both its learning capabilities and those linked to digital innovation. It is a case study that documents why this corporation has managed to be considered one of the technological leaders in the context of Industry 4.0. As a result of the investigation, it is found that this international company, as part of its strategy, has decentralized many plants linked to its business lines outside of Germany and has also carried out multiple collaboration agreements and joint ventures. Likewise, it continuously trains its staff, establishes links with educational institutions and promotes and has internally promoted a corporate culture that facilitates work learning, flexibility and adaptation to changes in the context.

Introducción

A partir de la década de los ochenta, la digitalización cambió el mundo: primero, con la adopción del internet y la banda ancha, después, con el uso de las plataformas digitales y con la digitalización en los modelos de producción y consumo. Particularmente, el uso de redes móviles de quinta generación, el internet de las cosas, la Inteligencia Artificial, la automatización y el *big data*, facilitaron la interconexión entre el mundo digital y el mundo físico. Estos cambios están generando importantes transformaciones económicas, sociales e institucionales (ECLAC, 2021).

Se calcula que el mercado de las tecnologías que engloban a la Industria 4.0 fue cercano a los 119 mil millones de dólares en el 2022, pero éste será de alrededor de 351 mil millones de dólares en el 2028. Este acelerado aumento se asocia principalmente a la difusión y uso del internet de las cosas, la Inteligencia Artificial y la robótica. Particularmente, estas tecnologías están modificando las formas de producción y comercialización de las empresas, al integrar de manera digital el trabajo entre las máquinas y empleados, facilitarse la gestión de la información en la nube, favorecerse la toma de decisiones en tiempo real y reducirse los desperdicios, entre otras actividades (IMARC, 2023).

En este marco, el propósito de este artículo es describir y analizar algunas de las estrategias que el corporativo Siemens ha impulsado para diversificar sus capacidades de aprendizaje y de innovación digital, en el esquema de lo que se ha denominado la Industria 4.0. Se enfatiza el caso de Siemens porque se trata de una empresa que originalmente surgió para apoyar la construcción de la línea telegráfica en Alemania, pero que hoy ofrece a nivel mundial servicios y tecnologías digitalizadas que son líderes en su ramo. Este corporativo tiene más de 300 mil empleados, cuenta con más de 250 mil plantas y se localiza en más de 200 países en el mundo (Siemens, 2020). A pesar del liderazgo digital que este corporativo tiene en el mundo, así como el papel que está desempeñando para impulsar la Industria 4.0, existen pocas publicaciones que analicen y

describan la estrategia que esta organización sigue para aprender y ampliar sus capacidades digitales.

Se parte de considerar que los conocimientos y habilidades tecnológicas y digitales que hoy tiene el corporativo Siemens, para ofrecer sus servicios y mantener su competitividad internacional, derivan de las siguientes acciones: la descentralización de sus filiales fuera de Alemania, las asociaciones con otras empresas y las *joint venture* que ha realizado, así como su sistema de formación de recursos humanos y su cultura laboral.

Respecto de la metodología empleada en este trabajo, la información que se presenta deriva fundamentalmente de la investigación documental, es decir, para construir el caso de esta empresa se recurrió a la recolección de datos que derivan de las páginas web del corporativo y de los reportes disponibles sobre Siemens. Asimismo, se recurrió a Google Académico, ResearchGate, JSTOR, EBSCO, por mencionar algunas plataformas de revistas académicas, con el fin de obtener información relacionada con la Industria 4.0, así como localizar artículos científicos sobre esta empresa. Dada la gran cantidad de información que hay disponible sobre esta industria, se seleccionaron algunos de los más citados.

Cabe mencionar que para reconstruir la trayectoria tecnológica y los cambios organizacionales de Siemens se consultaron sus reportes anuales del 2010 hasta la fecha, es decir, más de 10 informes de la empresa. A partir del análisis y de la síntesis de la información obtenida, se logró reconstruir parte de la historia de esta empresa y la forma como ha logrado aprender, crecer y mantenerse como líder en el segmento de la industria y los servicios digitales. La búsqueda de información, la selección y el análisis de estas fuentes se realizó con base en las siguientes preguntas de investigación que nos sirvieron de guía: ¿cuáles son los rasgos de la Industria 4.0 y qué tipo de tecnologías convergen en su desarrollo? ¿Cuáles son las capacidades tecnológicas digitales que tiene Siemens actualmente, en el contexto de la Industria 4.0? ¿Cómo este corporativo busca llegar a otros mercados distintos al alemán?, y ¿de qué manera este corporativo ha podido ampliar sus capacidades tecnológicas digitales y las asociadas con sus recursos humanos?

Para responder a estas preguntas, este artículo se ha estructurado de la siguiente manera: la primera parte describe y sintetiza las características centrales de la Industria 4.0. La segunda parte enfatiza las capacidades tecnológicas que tiene Siemens y el liderazgo digital que posee en este contexto. Posteriormente, se presenta y analiza información relacionada con la expansión territorial de este corporativo, así como el tipo de las asociaciones y *joint ventures* que ha realizado para adquirir nuevas tecnologías digitales. La cuarta parte está dedicada a mostrar de qué manera este corporativo capacita, moviliza y forma a su personal. Asimismo, se resalta su cultura corporativa asociada al trabajo. Al final se presentan las conclusiones.

La Industria 4.0: un esquema general

De acuerdo con Sivertsson y Utz (2021), las principales tecnologías asociadas a la industria 4.0 son las siguientes: el internet de las cosas, la nube (*Cloud Technologies*), el análisis de la masa de datos (*Big Data Analytics*), la manufactura aditiva (impresión 3D), la realidad aumentada y la simulación, la automatización y la robótica, la ciberseguridad, así como los sistemas de integración vertical y horizontal. Además, como parte de esta revolución tecnológica también convergen: la nanotecnología, el *Block Chain*, los llamados “gemelos digitales”, las redes avanzadas, las tecnologías móviles y la integración de los sistemas horizontales y verticales (Stentoft *et al.*, 2019; Rozo, 2020; Martínez, 2020).

Cabe mencionar que toma el nombre de Industria 4.0 porque, a lo largo de la historia de las innovaciones, hoy se consideran cuatro disrupciones que están transformando la vida social y económica de las personas, las organizaciones y las naciones: la primera Revolución Industrial corresponde al impulso de los ferrocarriles, la máquina de vapor y los procesos mecánicos de producción, y se ubica desde finales del siglo XVIII y principios del XIX. La siguiente se desarrolla sobre la base de la industria química, la energía y la electricidad, así como los sistemas de montaje (fines del siglo XIX y principios del XX). La tercera se asocia a la informática, el internet, la robótica, las telecomunicaciones y los semiconductores (década de los sesenta hasta fines del siglo XX) (Schwab, 2016). Una de las especificidades de la Industria 4.0 es que facilita la interacción entre máquinas de tipo digitales y físicas, mediante la transmisión de datos e información electrónica (Roland Berger Strategy Consultants, 2014).

Las nuevas tecnologías digitales están generando importantes ventajas para las empresas que las utilizan, por ejemplo: mejora en la calidad, diversificación del consumo, reducción de inventarios y de los costos asociados a monitoreo y logística, la descentralización de las actividades organizativas, mejora en la gestión y análisis de datos, aumento en las utilidades, mayor eficiencia y flexibilidad en los procesos de producción y en la coordinación de las cadenas de valor, y coadyuvan a la sustentabilidad (reducción de desperdicios y de emisiones contaminantes), entre otros (KPMG, 2017; Mohamed, 2018; McKinsey & Company, 2022).

Respecto de los desafíos que enfrentan las organizaciones que desean implementar algunas de las tecnologías antes mencionadas, se encuentran: el uso y adaptación de plataformas digitales; promover la estandarización de procesos y de interfaces; la instalación y uso de ciberseguridad; el desarrollo de infraestructura para el uso de datos; la necesidad de crear vínculos de colaboración en torno a proyectos conjuntos de innovación con otras empresas, institutos o centros tecnológicos; promover el diseño y respeto de normas comerciales y los derechos de propiedad en contextos digitales; impulsar un programa que sustituya mano de obra poco calificada y automatice tareas repetitivas,

así como la necesidad de contratar mano de obra calificada con habilidades duras y blandas (*soft skills* y *hard skills*) (Schwab, 2016; Basco *et al.*, 2018).

La parte asociada a la calificación laboral es muy importante de considerar en el desarrollo y consolidación de estrategias orientadas a la digitalización de las empresas. Para competir en la Industria 4.0, las organizaciones hoy requieren (además del liderazgo, la creatividad y el trabajo en equipo) de sistemas de aprendizaje asociados al diseño y desarrollo de programas y de softwares, la realización de modelos de simulación, el análisis de datos, el manejo de hardware y la gestión de datos en la nube, entre otros. No menos importantes son los conocimientos asociados a la visualización de datos, pensamiento crítico, solución de problemas complejos y las habilidades comunicativas (Martinez, 2020; Islam, 2022; McKinsey & Company, 2022). Asimismo, es necesario adoptar una nueva cultura laboral que favorezca el trabajo en equipo o en las redes, la toma de decisiones autónomas (empoderamiento), la responsabilidad basada en objetivos, el reconocimiento del éxito en el desarrollo de las tareas o proyectos, la flexibilidad y la adaptación laboral, por mencionar algunos aspectos (McKinsey & Company, 2022).

Por otro lado, además de las transformaciones ligadas a las habilidades laborales, están aquellos cambios que se asocian a la naturaleza de cada estructura organizativa. De manera específica, se hace referencia a la empresa digital. Este tipo de negocios utilizan tecnologías digitales para mejorar los siguientes procesos: la gestión de los productos, los procesos y los activos; la comercialización de los productos y los servicios; la reducción de los desperdicios y los costos; el aumento, tanto de la eficiencia como de la flexibilidad productiva; la capacidad para personalizar las necesidades del cliente; la facilitación del trabajo colaborativo virtual; el control de los flujos de trabajo y de la comunicación con proveedores a través de las redes; la posibilidad de gestionar los datos en la nube, así como la instalación de líneas de producción automatizadas e inteligentes, entre otros rasgos organizacionales (Xu, 2014; Al-Samawi, 2019). Para alcanzar este nivel de digitalización se requiere de la instrumentación de un plan estratégico que delinee, en el mediano y el largo plazo, cuáles tecnologías son más adecuadas a las necesidades y objetivos de cada empresa, además de que es importante contar con el financiamiento necesario que facilite la adquisición y adaptación de dichas tecnologías. Igual de relevante es la necesidad de generar y mantener asociaciones estratégicas que permitan crear, desarrollar o ampliar las capacidades digitales de cada negocio.

Respecto de la colaboración inter-empresa, la estrategia consiste en identificar los agentes productivos y de servicios que son líderes en la aplicación y difusión de nuevas tecnologías digitales, los cuales puedan contribuir de alguna forma a complementar los conocimientos y las capacidades que requiere cada organización en particular, ya sea que por medio de los acuerdos de cooperación se tenga acceso a plataformas, a equipo automatizado, software para gestionar datos en la nube, sistemas de monitoreo o de

seguridad, sensores para controlar y monitorear los procesos, acceso a ciberseguridad y mantenimiento predictivo, por describir algunos productos o servicios (Deloitte Insights, 2018). En el mismo sentido, Figueredo *et al.* (2022) mencionan que la adopción y desarrollo de las tecnologías digitales, en el marco de la Industria 4.0, implica que las empresas busquen socios científicos o comerciales que las apoyen. Una de las organizaciones económicas que se ha posicionado como líder internacional, en el contexto de la Industria 4.0, es el corporativo alemán Siemens. En la siguiente sección se describe y analiza el perfil estructural y tecnológico de esta empresa.

El corporativo Siemens: algunas características organizativas y capacidades tecnológicas

Siemens AG es un corporativo tecnológico internacional ubicado en Múnich, Alemania, enfocado, entre sus líneas de negocios, en la digitalización y la automatización de procesos industriales y en el diseño de infraestructuras inteligentes (en edificios y en sistemas de energía). De igual manera, esta empresa ofrece servicios y apoyo en la solución de la movilidad inteligente en actividades ferroviarias, y da soporte a tecnologías médicas y servicios sanitarios digitales. Tan sólo en el 2022, este corporativo gastó más de 5 600 millones de euros en investigación y desarrollo, y logró acumular más de 43 mil patentes concedidas a nivel mundial. Entre las tecnologías de punta que este corporativo liderea, se encuentran la fabricación de materiales aditivos, confianza en ciberseguridad, análisis de datos e inteligencia artificial, electrónica de potencia, simulación y gemelos digitales, energía e infraestructuras sostenibles, automatización, circuitos electrónicos integrados, conectividad y borde, sistemas y procesos de software (Siemens AG, 2022).

Como parte de su estrategia corporativa, Siemens (2014) elaboró un programa denominado “Visión 2020”, en el que se definieron los objetivos que serían la base sobre la cual durante muchos años orientó sus acciones. Los propósitos centrales que se configuraron en dicho plan son: a) implementar un gobierno corporativo estricto, en el sentido de simplificar y acelerar procesos que faciliten reducir sus costos; b) crear valor de forma sostenible, ampliando el crecimiento de todas sus unidades productivas y fortaleciendo sus líneas de negocio; c) aplicar un sistema de objetivos financieros claros y alcanzables; d) ampliar la gestión global con el fin de crear unidades productivas en mercados rentables que estén fuera de Alemania; e) fortalecer la preferencia de sus clientes; f) ser un empleador de elección mediante el logro de la satisfacción laboral de sus trabajadores, y g) fomentar una cultura de propiedad, incrementando el número actual de accionistas que son empleados de la empresa, al menos en un 50 % (Siemens, 2014). Estos objetivos derivaron del análisis de las macro tendencias que, en su momento, Siemens detectó favorecerían el desarrollo de sus tres líneas de negocios: sanidad, industria y energía. Particularmente, este corporativo enfatiza como macro tendencias los procesos ligados

a la globalización, las necesidades de infraestructura y movilidad, derivadas del crecimiento de las ciudades, el envejecimiento de la población y los cambios registrados en el clima (Siemens, 2010).

No obstante, ante la necesidad de adaptarse a los cambios del entorno y aumentar su rentabilidad, en el 2019 se desarrolló un nuevo plan estratégico denominado: “Visión 20+”. Como parte de este programa, se integró una nueva estructura organizativa (gas y energía, industrias digitales e infraestructura inteligente) y se adquirieron tres empresas estratégicas (Mobility, Siemens Healthineers y SGRE). Estos cambios permitieron al corporativo incursionar en nuevos negocios asociados al internet de las cosas, los servicios de integración, gestión distribuida de energía y la posibilidad de ofrecer soluciones para infraestructuras de movilidad eléctrica (Siemens, 2019).

En términos generales, el corporativo Siemens se integra en torno a cinco líneas de negocios: a) la de Energía, que ofrece productos, soluciones y servicios en actividades ligadas al petróleo, el gas, así como la producción, generación y transmisión de energía en empresas públicas y privadas; b) infraestructura inteligente, que se dedica a ofrecer productos, sistemas, soluciones y servicios para transmisión y distribución de energía eléctrica. También brinda infraestructura inteligente y conectada para edificios; c) movilidad, la cual se orienta a brindar servicios para el transporte de pasajeros y mercancías, incluido el transporte férreo, así como sistemas de automatización, de electrificación ferroviaria y soluciones informáticas, entre otras, y d) industrias digitales, orientadas a los servicios de tecnologías de software y automatización durante el ciclo de vida del producto y en los procesos industriales (Siemens, 2021).

Respecto del tipo de actividades económicas en las que brinda sus servicios el corporativo Siemens, se mencionan las industrias de alimentos y bebidas, la electrónica y de semiconductores automotriz, química, farmacéutica y la construcción de maquinaria, por mencionar las más importantes. De igual manera, ha apoyado al sector público mediante el transporte y los servicios médicos (Siemens AG, 2022). Después de subrayar la perspectiva macroeconómica y social de la que parte Siemens para definir sus objetivos, la visión, las líneas de negocio y las acciones de su estrategia, en el siguiente apartado se enfatizan los servicios y apoyos tecnológicos digitales que este corporativo ofrece a sus clientes, y cómo aquella se inserta en la Cuarta Revolución Industrial.

Siemens en el contexto de la Industria 4.0

En general, las empresas se han visto obligadas a enfrentar procesos de incertidumbre y complejidad asociadas al nuevo contexto económico, político y social; por lo tanto,

las grandes organizaciones económicas están compitiendo por conseguir mayor disponibilidad, flexibilidad y velocidad productiva. Particularmente, ante los problemas de la cadena de valor y la regionalización es importante mejorar los sistemas de provisión y ampliar la oferta para estar más cerca del cliente y satisfacer la demanda, personalizar la producción y adaptarse a los cambios en las preferencias de los clientes, así como aumentar las economías de escala y reducir los tiempos de producción. En este contexto, el uso de nuevas tecnologías digitalizadas (tales como el uso de la nube, la Inteligencia Artificial, la virtualidad, entre otras) es una de las alternativas más viables para enfrentar dichos obstáculos, en tanto que facilitan la adaptabilidad, la mejora en el desempeño y la personalización a escala del consumo de bienes (Ohr, 2020).

Para Siemens, la evolución tecnológica se integra por cuatro etapas: la primera Revolución estuvo impulsada por los sistemas mecánicos y de acción (la máquina de vapor y el telar mecánico). Posteriormente, se dio un cambio organizativo que se apoyó en la división del trabajo y la producción en masa. Una tercera disrupción tecnológica se impulsó por los sistemas eléctricos y las tecnologías de información, que facilitaron la automatización de algunos procesos productivos y, por último, la cuarta Revolución está soportada por tecnologías digitales y los softwares que facilitan la interacción entre productos y máquinas, así como la optimización, mantenimiento, fabricación de los procesos y la comercialización de los productos. La digitalización facilita la coordinación intraorganizacional y la coordinación de la cadena de valor (Siemens, 2013).

El corporativo Siemens es experto internacional en la difusión y el desarrollo de procesos industriales de electrificación, digitalización y automatización. Esta organización ha innovado en productos en los que ha usado softwares y procesos automatizados, así como tecnologías de accionamiento. Asimismo, ha impulsado la integración de cadenas industriales mediante sistemas integrados de softwares y hardware, al igual que los servicios digitales. Éstos, junto con las soluciones de comunicación y de seguridad, son los ejes de la transformación digital que ha impulsado Siemens. No menos importante es el desarrollo de sistemas de ciberseguridad y modelos virtuales de plantas industriales. Estas tecnologías digitales actualmente se aplican en la automotriz y la aeroespacial (Agaliotou, 2015).

Como parte de los servicios tecnológicos que Siemens ofrece a sus clientes se encuentra el apoyo para la digitalización de las empresas. Este corporativo cuenta con un portafolio que integra tecnologías que facilitan la instalación de sistemas para la automatización de máquinas y herramientas, de mantenimiento y de control industrial, así como de diseño electrónico y mecatrónico, softwares de simulación y de coordinación de ciclos del producto. No menos importante es el sistema operativo del internet de las cosas, que conecta al mundo digital con el físico en tiempo real, así como el apoyo en la gestión de bases de datos. Estos sistemas y softwares tienen como objetivo digitalizar las organizaciones a las que brinda sus servicios (Siemens, 2018a).

De igual forma, el valor agregado aumenta a medida que la calidad de los productos y procesos mejora, se abre la posibilidad de personalizar el consumo a costos menores, se mejoran la planeación y los pronósticos, y disminuye el nivel de desperdicios e inventarios (Siemens AG, 2017; Siemens, 2018a). Asimismo, a decir de este corporativo, con la digitalización de las empresas se facilita la toma de decisiones en tiempo real, se acortan los lapsos de comercialización y los tiempos de supervisión y el mantenimiento preventivo. También disminuyen los costos asociados al uso de la energía y a la mejora de la sostenibilidad de las finanzas. Estos factores, en su conjunto, contribuyen a aumentar la competitividad de las empresas. Resalta el hecho de que, de acuerdo con una encuesta realizada a 60 empresas industriales internacionales llevada a cabo en el 2016, se calculaba que el bono asociado a la digitalización de la productividad era de entre el 6.3 y 9.8% respecto del total de los ingresos de las empresas que están impulsando los cambios digitales (Siemens AG, 2017).

Por un lado, en relación con los principales obstáculos asociados a los procesos de análisis de la producción y mantenimiento, en el contexto de la Industria 4.0, Siemens (2018a) considera los siguientes: la necesidad de mejorar las habilidades digitales; tener facilidades para financiar las escalas de inversión y el uso de plataformas automatizadas; difundir una cultura de colaboración, tanto a nivel empresa como a nivel industrial; asegurar los sistemas de ciberseguridad; gestionar el acceso a sistemas de datos en grandes volúmenes y en tiempo real, y la necesidad de crear y poner en práctica un plan que involucre el desarrollo de capacidades estratégicas especializadas, vinculadas con la implementación de las nuevas tecnologías ligadas a la Industria 4.0.

Por otro lado, respecto de los problemas más importantes para solventar la adopción de nuevas tecnologías digitales, éstos se traducen en la necesidad de adquirir personal con habilidades digitales y el acceso a financiamiento vinculado con la escala de inversión. Dado que el primer aspecto se desarrolla en otro apartado en lo que se refiere al financiamiento, para Siemens hay que considerar la búsqueda de recursos que se orienten a invertir en equipos, softwares, licencias y tecnologías digitales, actualizadas o de nueva generación; mantener la sostenibilidad de las finanzas, es decir, incrementar las utilidades a partir del uso de las economías de escala, ofrecer precios competitivos y aumentar las cuotas de mercado, así como crear alianzas estratégicas orientadas a incrementar la investigación y el desarrollo (Siemens, 2018a). En el caso del corporativo Siemens, dos de las actividades que han facilitado el incremento de sus capacidades tecnológicas son las alianzas estratégicas y las *joint ventures*, como se describe y analiza en el siguiente apartado.

Asociaciones estratégicas y empresas conjuntas (*joint venture*) en el corporativo Siemens

Una de las estrategias que ha seguido Siemens para ampliar tanto su cartera de clientes como sus capacidades tecnológicas, son las alianzas y la creación de empresas conjuntas; sin embargo, el corporativo reconoce que este tipo de acciones pueden generar ciertos riesgos en la medida en que integran nuevos recursos materiales, procesos, tecnologías y personas, además de los gastos administrativos que se generan. Pese a los efectos negativos que pueden generarse, las fusiones o las adquisiciones de los negocios, este corporativo ha logrado diversificar sus tecnologías, sus servicios y sus conocimientos mediante dicha estrategia (Siemens AG, 2022).

En la tabla 1 se presenta el número de asociaciones y de empresas conjuntas que este corporativo realizó entre el 2013 y el 2022. Lo que resalta, en primer lugar, es que este proceso no sólo lo ha llevado a la práctica en el caso de Alemania, sino también en otros países. El segundo aspecto es que el número de asociaciones y *joint ventures* se redujeron drásticamente en Alemania, el 33% en el lapso mencionado (bloque a). El tercer punto que resalta es que algunos de los países del continente americano (bloque c) y de Europa, Oriente Medio y África (bloque b), son los que más han crecido, 67 y 41%, respectivamente.

Tabla 1. Número de empresas asociadas o empresas conjuntas que Siemens tiene en el mundo.

Por país o región	Total 2013*	Total 2022*	Variación porcentual (%) 2013-2022
a) Alemania	30	20	-33
b) Europa, Comunidad de Estados Independientes (CEI), África y Oriente Medio (sin Alemania)	63	37	41
c) En todo el continente americano	12	20	67
d) Asia y Australia	21	22	5

Fuente: Elaboración propia con base en Siemens (2022; 2013).

Nota: Datos a septiembre de cada año.

Para Siemens, una de las estrategias clave de su negocio son las alianzas estratégicas. Al respecto, se menciona lo siguiente:

Nosotros constantemente monitoreamos nuestros mercados actuales y potenciales para identificar oportunidades para realizar: fusiones y adquisiciones estratégicas, impulsar inversiones de capital y alianzas para complementar nuestro crecimiento orgánico. Tales actividades pueden ayudarnos a fortalecer nuestra posición en nuestros mercados existentes, proporcionar acceso a mercados nuevos o desatendidos, o complementar nuestro portafolio tecnológico en áreas estratégicas. (Siemens, 2018a, p. 37)

Por ejemplo, uno de los hechos que facilitó la modificación de la estructura del corporativo Siemens en el 2019, como resultado del plan Visión 20+, fue la adquisición de la empresa Mendix en el 2018. Esta era una empresa líder en el desarrollo de aplicaciones de programación de tipo *low code*, que son más intuitivas y no requieren del uso de un lenguaje de codificación. La compra de Mendix favoreció la posición de Siemens en el mercado de la digitalización industrial (Siemens, 2019).

Algunas de las adquisiciones más significativas, realizadas entre el 2020 al 2023, se encuentran en la tabla 2. En ésta se observa que Siemens adquirió empresas líderes en el ramo de software, los servicios de consultoría, la adopción de sistemas de gestión y en el desarrollo de algoritmos.

Tabla 2. Principales adquisiciones de la corporación Siemens.

Año	Adquisiciones realizadas por la corporación Siemens
2020	Adquirió Vizendo, que ofrece servicios de operación virtual en la industria automotriz.
2020	Compró el 100% de su participación en Applied Information Technologies GmbH & Co. KG, líder en la solución de softwares individuales e innovadoras, basadas en plataformas Microsoft NET.
2021	Siemens consiguió comprar TimeSeries para acelerar la transformación digital mediante una mayor adopción de códigos de nivel bajo, almacenamiento inteligente y mantenimiento preventivo.
2023	Compró Optrail S.r.l., líder en el desarrollo de algoritmos únicos para sistemas de gestión de tráfico (TMS).
2023	Adquirió Heliox, líder tecnológico en soluciones de carga rápida, que presta sus servicios en la industria automotriz.
2023	Compra Vendigital, servicios de consultoría digital y estratégica, con un enfoque en la gestión de la cadena de suministro, adquisiciones e ingeniería de costos.
2023	Se asoció con IBM para desarrollar un software con el fin de apoyar la ingeniería de sistemas, la gestión del ciclo de vida de servicios y de los activos.

Fuente: Elaboración propia con base en Siemens AG (2021) y fuentes adicionales.

Para mantener su liderazgo tecnológico y no disminuir su competitividad, Siemens invierte muchos recursos financieros en nuevas tecnologías, en infraestructura y en aumentar su eficiencia. Al respecto, se menciona que: “Dentro del Negocio Industrial, las inversiones en curso están relacionadas principalmente a innovaciones tecnológicas; ampliar nuestras capacidades para diseñar, fabricar y comercializar nuevas soluciones; mejorar la productividad; y reposiciones de activos fijos. Estas inversiones ascendieron a 2 000 millones de euros en el ejercicio 2018” (Siemens, 2018a, p. 25). La contratación y formación calificada es uno de los recursos financieros en los que de manera continua invierte Siemens. Este aspecto se desarrolla en el siguiente apartado.

Capacitación, alianzas de cooperación formativa y cultura laboral en el corporativo Siemens

Con anterioridad se mencionó que uno de los retos que enfrentan las empresas para implementar tecnologías digitales, en el contexto de la Industria 4.0, está ligado al aprendizaje

laboral. En el caso de Siemens, se menciona que requiere mejorar los conocimientos y habilidades ligadas a la interpretación de datos que faciliten la toma de decisiones acertadas, el manejo eficaz y eficiente del mantenimiento digital a nivel del sistema operativo, así como la gestión, análisis e interpretación de un gran volumen de bases de datos asociadas a la producción, el mercado, la cadena de valor y las finanzas (Siemens, 2018a; Siemens, 2018b).

De acuerdo con la información documental disponible y más actual, en el 2012 esta empresa tenía 17 000 ingenieros dedicados a sistemas de software, de los cuales 8 500 se ubicaban en el sector industrial. De hecho, desde entonces esta empresa se consideraba líder en este segmento, dado que sus softwares (que ha desarrollado y ofrece a sus clientes) abarcan distintos ciclos del producto, diferentes etapas del valor a nivel industrial y distintos segmentos industriales: automotriz, naval, aeroespacial y producción de alimentos, entre otros (Siemens, 2013).

En efecto, uno de los factores clave para Siemens es el humano. A este respecto, se señala lo siguiente:

Nuestros empleados destacados e innovadores son uno de nuestros mayores activos. Su compromiso, ideas y su perseverancia es lo que ha hecho de Siemens la empresa que es hoy. Queremos darle a toda nuestra gente la oportunidad de desarrollarse en nuestra empresa. Los evaluamos de acuerdo con estándares globales, identificando y fomentando individuos talentosos al principio de sus carreras y preparando a nuestros gerentes para sus responsabilidades. (Siemens, 2009, p. 44)

Tan sólo en el 2009, el corporativo Siemens invirtió cerca de 225 millones de euros para educación continua, esto es 560€ en promedio por empleado, los cuales se destinaron a cursos y programas de formación de su personal. Algunos de estos cursos se encaminaron a formar a los “gerentes de próxima generación” mediante el “Programa de Excelencia en Liderazgo de Siemens” (Siemens, 2010).

De igual forma, este corporativo ofrece entrenamiento funcional, el cual está orientado al desarrollo de habilidades específicas, de acuerdo con cada puesto o área de trabajo. Algunos cursos ofertados en esta empresa se orientan a la seguridad de las instalaciones y del personal: se da capacitación en seguridad eléctrica, protección contra incendios, uso de materiales, primeros auxilios y evacuación de emergencia, entre otros (Siemens, 2010). Por su parte, Siemens AS (filial de la corporación Siemens integrada por tres áreas de negocio: Infraestructuras Inteligentes, Industrias Digitales y Aplicaciones de unidades grandes, que ofrece servicios en la industria, la transmisión y distribución de energía, infraestructura para ciudades y la tecnología de construcción) ha invertido en el desarrollo del personal con el fin de impulsar el incremento de las habilidades y de los

conocimientos ligados a la digitalización, el internet de las cosas y la seguridad en la web, por dar algunos ejemplos (Siemens AS, 2022).

Asimismo, esta empresa cuenta con un programa denominado “ITA@S”, también conocido como “Apprenticeship@Siemens”, aunque éste originalmente surgió con el nombre de “Europeans@Siemens” en el 2012. Facilita que las filiales de Siemens dispersas en el mundo envíen a su personal a capacitarse a Alemania, para recibir una formación técnica dual. Posteriormente, dicho personal se incorpora a la planta que lo envió a capacitarse (Siemens Press, 2020). Aunque también se han dado los procesos en los que las plantas de Siemens seleccionan estudiantes de su localidad para formarlos técnicamente y, posteriormente, contratarlos (Siemens AS, 2022).

No menos importantes son los proyectos o redes de colaboración que Siemens ha consolidado con varias instituciones técnicas y universitarias o socios industriales, que sirven para apoyar el desarrollo de sus innovaciones, las cuales se dan sobre la base del intercambio de conocimientos y de las experiencias que abonan al desarrollo tecnológico de diversos expertos internacionales. Sobre esto, se menciona lo siguiente:

Estamos fortaleciendo nuestro poder de la innovación aprovechando las sinergias en todo el mundo y utilizando cada vez más expertos externos. Tenemos más de 1.000 proyectos cooperativos de investigación con universidades, investigaciones, institutos y socios industriales, que nos permiten adquirir conocimientos valiosos para nuestro futuro negocio. (Siemens, 2013, p. 82)

En otro tenor, los líderes de esta empresa se capacitan sobre los principios de una cultura de alto desempeño. Esto implica trabajar bajo esquemas de ingresos variables, los cuales se determinan como resultado de evaluar continuamente los objetivos de cada unidad de negocio y de cada líder, a partir de las competencias que se fijó desarrollar cada persona, y considerando el cumplimiento de cada proyecto y el desempeño demostrado durante su desarrollo (Siemens, 2010).

Cabe mencionar que los ejecutivos y el resto del personal pueden incorporarse en el programa de participación accionaria, el cual forma parte de la llamada “cultura patrimonial”, que consiste en pensar en que cada persona, al considerarse un accionista de la empresa, actúa de manera responsable y emprendedora. Asimismo, parte de su cultura implica favorecer la colaboración, el diálogo y la difusión de la información oportuna a todos los niveles de la empresa (Siemens, 2010).

Otro elemento clave actual en la cultura, que se ha integrado en algunas filiales de esta empresa, es el “empoderamiento”. Esto ha implicado incorporar la necesidad de que cada empleado identifique sus propios desafíos laborales y se responsabilice de sus tareas,

pero también que continuamente mejore sus habilidades a través de programas presenciales o del sistema virtual (*e-learning*). Estos cursos se deciden en conjunto con el supervisor inmediato, estableciéndose como mínimo un curso de al menos 16 horas al año (Siemens AS, 2022). Además, se considera que la cultura del trabajo en equipos y basada en la integración de la diversidad del personal facilita la generación de nuevas ideas. De acuerdo con información de este corporativo alemán:

Personas de alrededor de 140 países trabajan en nuestras diez regiones más grandes. La colaboración en equipos multifacéticos ha demostrado ser una poderosa fuente de inspiración. Trabajando juntos, personas de diferentes orígenes y con una amplia gama de habilidades, experiencias y las cualificaciones, las cuales pueden generar una gran cantidad de ideas totalmente nuevas. Así entendemos la diversidad, y la fomentamos en todos los medios posibles. (Siemens, 2013, p. 84)

Por lo anterior, consideramos que la formación técnica y profesional que Siemens ofrece a sus empleados, además de la cultura corporativa, son aspectos que facilitan la generación de conocimientos y habilidades que a su vez fortalecen las capacidades organizacionales, digitales y tecnológicas de la misma.

Conclusiones

Si bien en la literatura académica se han publicado múltiples artículos relacionados con la Industria 4.0, delineando, analizando y describiendo el alcance que ésta tiene en términos de las tecnologías que la conforman, los cambios socioeconómicos implicados y las necesidades que requieren las empresas para adoptar las nuevas tecnologías digitales, aún falta mucho por investigar en lo que se refiere a las acciones estratégicas que las empresas líderes están impulsando para ampliar sus capacidades tecnológicas y de aprendizaje durante esta Cuarta Revolución Industrial.

En este trabajo se describe y analiza cuáles son las acciones que el corporativo Siemens ha desarrollado para ampliar y mantener sus capacidades digitales, sobre la base de un continuo proceso de aprendizaje en el trabajo, la movilización y expansión de sus recursos humanos, materiales y tecnológicos diferentes a Alemania, además de buscar negocios rentables mediante acuerdos de colaboración y empresas conjuntas que le permitan adquirir nuevos softwares, sistemas y procesos digitales. Asimismo, su cultura laboral facilita la flexibilidad, el trabajo colaborativo, la adquisición de nuevos conocimientos de expertos y un sentido de pertenencia dentro de la empresa. En este documento se da evidencia de que la fortaleza tecnológica digital de Siemens está asociada al cumplimiento de objetivos y de acciones que ha desarrollado en el largo plazo.

Sin duda, hay mucho por avanzar en lo que se refiere a los procesos de transferencia tecnológica entre las distintas plantas que tiene el corporativo Siemens, en las formas concretas en las que se da el aprendizaje colaborativo o los riesgos que implica realizar acuerdos de colaboración, o crear *joint ventures*. Incluso es necesario explorar y analizar el cómo perciben los trabajadores esta cultura corporativa o la forma como funcionan los sistemas de entrenamiento dual, no sólo a nivel internacional, sino también local. No menos importante es investigar qué están haciendo otros corporativos líderes insertos en la industria 4.0, y hacer análisis comparativos organizacionales al respecto. Esperamos que trabajos de futuras publicaciones puedan contribuir a responder estas inquietudes y a complementar la información que aquí se presentó.

Referencias

- Agaliotou, M. (2015, 28 de octubre). *Siemens on the way to Industrie 4.0 with the Digital Enterprise*. Press.
- Al-Samawi, Y. (2019, 8 de enero). Digital Firm: requirements, recommendations, and evaluation the success in digitization. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, 11(1), 39-49. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2019.01.05>.
- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D. y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>.
- Deloitte Insights. (2018). *Toward the next horizon of Industry 4.0: Accelerating transformation through collaboration and startups*. https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/IL327_Toward-the-next-horizon/IL327_Toward-the-next-horizon.pdf.
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC]. (2021). *Digital technologies for a new future*. United Nations. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46817/S2000960_en.pdf.
- Figueredo, C., Olavo, C., Deschamps, F. y Philbin, S. (2022). R&D collaboration strategies for Industry 4.0 implementation: A case study in Brazil. *Journal of Engineering and Technology Management*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2022.101675>.
- IMARC. (2023). *Industry 4.0 Market Report by Component (Hardware, Software, Services), Technology Type (Industrial Robotics, Industrial IoT, AI and ML, Blockchain, Extended Reality, Digital Twin, 3D Printing, and Others), End Use Industry (Manufacturing, Automotive, Oil and Gas, Energy and Utilities, Electronic and Foundry, Food and Beverages, Aerospace and Defense, and Others), and Region 2024-2032*. <https://www.imarcgroup.com/industry-4-0-market>.
- Islam, A. (2022). Industry 4.0: Skill set for employability. *Social Sciences & Humanities Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.ssoho.2022.100280>.
- KPMG. (2017). *Digital transformation: how advanced technologies are impacting financial reporting and auditing*. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/2017/08/KPMG-Forbes-Digital-Transformation-report.pdf>.
- Martinez, A. (2020). Retos en la implementación de la Industria 4.0: el caso de GKN Driveline. En A. Martinez, M. Álvarez y A. García (coords.), *Industria 4.0 en México: elementos diagnósticos y puestas en Práctica en sectores y empresa* (pp. 133-152). UNAM-Plaza y Valdés.

- McKinsey & Company. (2022, 17 de agosto). *What are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR?* <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>.
- Mohamed, M. (2018). Challenges and benefits of Industry 4.0: an overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265. doi: 10.22034/2018.3.7.
- Ohr, R. C. (2020, 24 de septiembre). *Siemens: Leading Industrial Digitalization and Industry 4.0*. Siemens. <https://blog.siemens.com/2020/09/siemens-leading-industrial-digitalization-and-industry-4-0/>.
- Roland Berger Strategy Consultants. (2014). *Think act. Industry 4.0: The new industrial revolution. How Europe will succeed*. <http://gesd.free.fr/rbindu4.pdf>.
- Rozo, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la Industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-192. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/10720>.
- Schwab, K. (2016, 14 de enero). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.
- Siemens AG. (2017). *The Digitalization Productivity Bonus. What value does digitalization offer manufacturers?* <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:672acd222386308d6771df1c2bf64cfa58b34763/sfs-whitepaper-2017-the-digitalization-productivity-bonus.pdf>.
- Siemens AG. (2021). *Financial and Strategic SWOT Analysis Review*.
- Siemens AG. (2022). *Annual Financial Report for Fiscal 2022*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:19bbc110-8533-46e4-a27e-ec128d1d1434/Annual-Financial-Report-FY2022.pdf>.
- Siemens AS. (2022). *Annual Report 2022*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:c7df6dcd-d828-4046-9987-37c20d0a76b1/2022-annual-report-siemens-as-in-english.pdf>.
- Siemens Press. (2020, 31 de agosto). *Vocational training at Siemens*. <https://press.siemens.com/global/en/feature/vocational-training-siemens>.
- Siemens. (2009). *How can we ensure sustainability while generating profitable growth? Annual Report 2009*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:92a2f713-5b68-41cb-bc00-3bef49fba15b/version:1565251877/e09-00-gb2009.pdf>.
- Siemens. (2010). *Our path to sustainable value creation. Annual Report 2010*. https://www.siemens.com/investor/pool/en/investor_relations/siemens_ar_2010.pdf.
- Siemens. (2013). *Thinking for the long term. Providing answers. Annual Report 2013*. https://www.siemens.com/investor/pool/en/investor_relations/siemens_ar_2013.pdf.
- Siemens. (2014). *Annual Report 2014. We make real what matters: Vision 2020*. https://www.siemens.com/investor/pool/en/investor_relations/Siemens_AR2014.pdf.
- Siemens. (2018a). *Annual Report 2018*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:4bf-bab10-00d6-4a22-aad2-b50f3f232bfb/siemens-annual-report-2018.pdf>.
- Siemens. (2018b). *Digital Skills and Access to Finance highlighted as top two Industry 4.0 challenges*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:01ad2b10-6720-4ca8-ba3e-d420dd2e7f19/PR2018020152FSEN.pdf>.

- Siemens. (2019). *Annual Report 2019*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0389873c-aed9-444d-9780-4b14b1b7ce57/2019-annual-report.pdf>
- Siemens. (2020). *Annual Report 2020*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:45446098-6c39-45ba-a5fc-e5f27ebfa875/siemens-ar2020.pdf>.
- Siemens. (2021). *Annual Financial Report for Fiscal 2021*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0ce51a51-cd5c-4ff0-b582-f41d167f0892/Annual-Financial-Report-FY2021.pdf>.
- Sivertsson, M. y Utz, J. M. (2021). *The Influence of Industry 4.0 on Globalisation Strategies of Multinational Enterprises* [tesis de maestría, Jönköping University Business School]. Portal. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1557014/FULLTEXT02>.
- Stentoft, J., Wickstrom, K., Philipsen, K. y Haug, A. (2019). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: a SME perspective with empirical evidence. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Science*, 5155- 5164. <http://hdl.handle.net/10125/59952>.
- Xu, J. (2014). *Managing digital enterprise: ten essential topics*. Atlantis Press.