No. 2/2021

RaKé

INVESTIGACIÓN DESARROLLO CIENTÍFICO E INNOVACIÓN
REVISTA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Inteligencia artificial y tecnología II

Chihuahua
GOBIERNO DEL ESTADO

SECRETARÍA
DE INNOVACIÓN
Y DESARROLLO ECONÓMICO

Editorial

Continuamos con esta segunda entrega relacionada con temas relevantes de Inteligencia Artificial (IA). Desde la edición anterior se ha destacado la importancia de desarrollar y evolucionar a una economía basada en la mentefactura, en donde la transición digital y las diversas temáticas de la IA, sean catalizadoras de un capital humano con competencias digitales de avanzada, el desarrollo de emprendimientos de base tecnológicas que permitan la conformación de startups fundamentadas en IA y, la posibilidad de acceder a trabajos mejor remunerados.

En esta edición de Raké, se ofrece la segunda parte de contibuciones de diversos expertos en la temática de IA, desde abordar la posibilidad de mejorar los ingresos económicos mediante el desarrollo de talento formado en la tecnología, hasta ver la contribución de la IA para el mejoramiento productivo en el sector agrícola, así como aportaciones específicas en electrónica, diseño y desarrollo de dispositivos de IoT (Internet de las Cosas), competencias para la Industria 4.0 y la Sociedad 5.0, y ciberseguridad.

Estoy segura que la lectura de las contribuciones que en esta edición se plasman, permitirán seguir profundizando y conocer los esfuerzos que en el Estado de Chihuahua se realizan para transitar hacia una economía digital basada en el conocimiento de la mano de la IA.

Lisbeily Domínguez Ruvalcaba

Créditos:

Gobierno del Estado de Chihuahua

Lisbeily Domínguez Ruvalcaba
Directora General del Instituto de Innovación y Competitividad.

Edgar José Marín Anchondo
Coordinador Revista Raké

José Mireles García
Coordinador de Número

Omar Saucedo
Alfredo Granados-Olivas
Rafael Corral-Díaz
Víctor Esquivel-Ceballos
José Mireles Jr García
José Luis Lasso Chávez
Rafael González
Alberto Pacheco
Norma Candolfi
Rafael Morales
Sergio Ramírez
Eduardo Castillo Luna
Victor Morales Rocha
Colaboradores

César Alfredo Chávez Infante
César Iván Graciano
Alondra Nathalie Vargas Hernández
Jesús Efrén Ramírez Muñoz
Diseño Editorial

Revista Raké. Investigación Desarrollo Científico e Innovación. Revista de difusión y divulgación del estado de Chihuahua. Edición número dos. 7 de Mayo de 2021 (04-2020-041318240000-203). Certificado de Reserva de Derechos de Uso Exclusivo del Titulo que expide el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Domicilio de la publicación: Av. Abraham Lincoln #1320 Edif. José Ma. Morelos. Fracc. Córdova Américas C.P. 32310 Cd. Juárez, Chihuahua.

índice

Impulsar la mejora del ingreso económico de los Juarenses a través de la tecnología y desarrollo de talento en la región.	06	Omar Saucedo Microsoft
El futuro del Agro en México: Así como “Sin Maíz - No hay País”; también, “Sin Smart Farming - No habrá alimentación suficiente”; y “Sin Agricultura Regenerativa - No habrá humanidad”	12	Alfredo Granados-Olivas; Rafael Corral-Díaz; Víctor Esquivel-Ceballos Agro Inteligencia Artificial, AC.
La electrónica detrás de Aplicaciones IoT, I4.0 y la IA	23	José Mireles Jr García I.A Center, UACJ José Luis Lasso Chávez DCI Development
Diseño y Desarrollo de dispositivos IoT en Chihuahua	35	Rafael González Centro de Investigación y Desarrollo de Resideo
Competencias estratégicas para la Industria 4.0 y la Sociedad 5.0	41	Alberto Pacheco (ITCH), Norma Candolfi (UABC), Rafael Morales (UdeG), Sergio Ramírez (MiTC)
La ciberseguridad, un asunto de todos.	53	Eduardo Castillo Luna I.A Center, UACJ Victor Morales Rocha UACJ

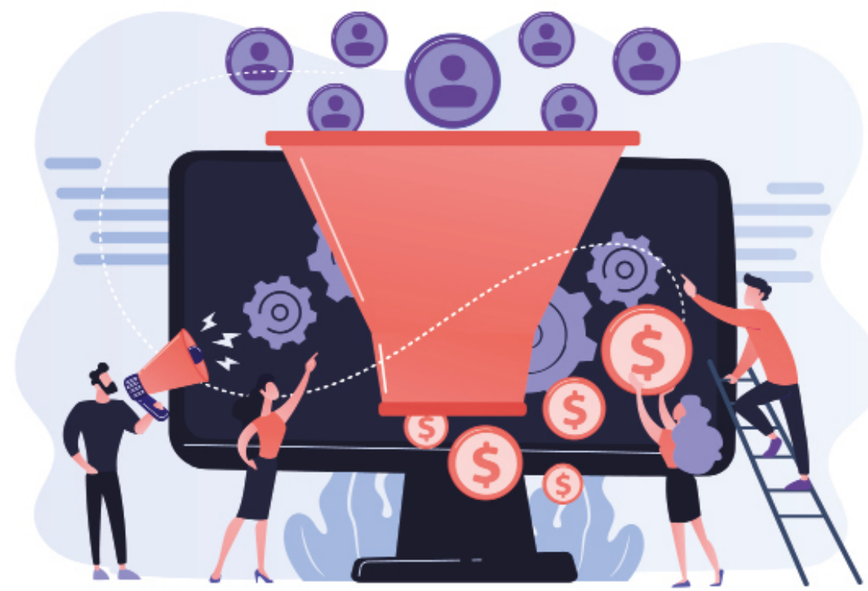
IA
CENTER
CENTRO DE
INTELIGENCIA
ARTIFICIAL
Raké
www.ia.center
www.ia.center
Raké

Fuente: freepik.com/vectorjuice

Impulsar la mejora del ingreso económico de los Juarenses a través de la tecnología y desarrollo de talento en la región

Omar Saucedo
Microsoft
omar.saucedo@microsoft.com

El rápido avance tecnológico ha creado nuevas oportunidades en la economía digital. Sin embargo, estas quedan fuera de alcance para mucha de nuestra población que carece de acceso a banda ancha, competencias digitales u otros recursos necesarios para aprovechar nuevas posibilidades. Por esta razón Microsoft está promoviendo fortalecer relaciones y estrategias con actores clave locales y regionales para abordar colectivamente la actual coyuntura y ayudar a garantizar que todas las personas puedan beneficiarse de las oportunidades de la economía digital. Juntos podemos avanzar a un mejor futuro para todos.



Fuente: freepik.com/vectorjuice

Microsoft TechSpark es un programa cívico que fomenta mayores oportunidades económicas y creación de empleo. Ciudad Juárez, con una población de 1.5 millones, es una de las ciudades fronterizas más importantes de México y la única que comparte sus fronteras con Texas y Nuevo México. La ciudad ocupa un lugar único en la historia de nuestro país, ya que alguna vez fue capital de la república. Ciudad multicultural donde el cálido desierto se refleja en los corazones de su gente. Las culturas se mezclan en armonía, creando una ciudad dinámica y cosmopolita, llena de gente amable, amigable y acogedora.

Juárez es un centro de fabricación avanzado y competitivo a nivel mundial, con 22 parques y 16 zonas industriales que albergan a más de 329 compañías internacionales las cuales emplean directamente a alrededor de 300,000 personas.

En Juárez, estamos colaborando con empresas locales, organizaciones sin fines de lucro y agencias gubernamentales para impulsar el desarrollo de una economía basada en talento, aumentar los niveles de ingreso de los hogares y mejorar la capacidad de la transformación digital para convertir la región de El Paso-Juárez en líder de fabricación, logística avanzada y servicios empresariales.

Nos sentimos honrados de participar en el desarrollo de un nuevo modelo de promoción económica, impulsado por una fuerte colaboración binacional y regional, con acciones, proyectos e iniciativas concretas lideradas por los sectores público y privado para impulsar un mayor crecimiento económico.

Fuente: freepik.com/storyset

El Desarrollo de talento será la clave para impulsar la innovación transfronteriza. A medida que Juárez transita hacia la economía digital, necesitamos preparar a las personas con competencias y habilidades para crear y usar nuevas tecnologías. Estas competencias y habilidades serán críticas para los trabajos del futuro. Sin embargo, actualmente muchas personas carecen de una educación que les brinde estas habilidades, esto podría ampliar la brecha económica en nuestra región.

Microsoft TechSpark ayuda a las escuelas y organizaciones sin fines de lucro a fortalecer su capacidad para ofrecer competencias digitales y educación en ciencias de la computación a través de recursos económicos, tecnológicos y de contenido. Por ejemplo:

- En Juárez, estamos colaborando con el **Instituto Promotor para la Educación de Chihuahua A.C (IPE)** en un programa para capacitar a 50 maestros en el diseño de aprendizaje del siglo XXI. Esto proporcionará capacitación esencial en habilidades digitales a más de 1,500 jóvenes en Juárez.
- En alianza con **FECHAC, Fundación Axcel A.C y USAID**, estamos lanzando el nuevo FabLab, un laboratorio de fabricación digital que ayuda a fortalecer el emprendimiento y creación de startups. **Microsoft** apoya el **FabLab** a través de programas de alfabetización digital dirigido a los estudiantes en las comunidades marginadas como **CONTROL Z** programa que brinda la oportunidad de aprender nuevas competencias a 400 jóvenes con antecedentes penales, quienes podrán mejorar su futuro y el de sus familias.
- En asociación con **Alianzas Educativas de Ciudad Juárez A.C** pusimos en marcha el primer grupo de **Digital Links**, un programa destinado a reducir el abandono escolar entre la secundaria y preparatoria.

Fuente: freepik.com/katemangostar

A medida que la tecnología reestructura los trabajos del futuro, las empresas también deben cambiar la forma en que contratan y apoyan a los empleados para garantizar que los candidatos calificados se adapten a las oportunidades adecuadas y tengan vías claras para el avance profesional.

Estamos colaborando en diferentes sectores para ayudar a crear un mercado laboral basado en habilidades que conecte a personas y empleadores de nuevas maneras. Por ejemplo:

- Junto con **Fundación Axcel A.C** escuelas preparatorias técnicas locales e instituciones de capacitación como **CONALEP** y **CENALTEC**, hemos creado un kit de mejora en la empleabilidad. El kit está dirigido a estudiantes que han completado capacitación técnica y proporciona cursos para ayudarlos a mejorar sus habilidades de búsqueda de empleo, entrevistas y negociación. El objetivo es ayudarlos a convertirse en candidatos competitivos para empleos mejor remunerados que ayuden a aumentar los ingresos familiares.
- En asociación con otras instituciones, estamos desarrollando el **Sistema de Gestión de Talento de Chihuahua**. Esta herramienta ayudara a identificar las brechas de habilidades locales, los empleos disponibles y a encontrar socios de educación y capacitación en nuestra región para apoyar a los trabajadores a desarrollar habilidades según la demanda y buscar caminos para trabajos del siglo XXI. Este sistema también ayudará a generar recomendaciones para alinear las estrategias de desarrollo de talento con las ciudades de El Paso y Las Cruces.
- Recientemente contribuimos para generar el **Borderplex AI Report**, que nos ayudará a comprender mejor como la Inteligencia Artificial impactará nuestra economía local en el corto y mediano plazo. Según los hallazgos del reporte, trabajaremos con nuestros aliados regionales para ajustar las iniciativas clave de capacitación para garantizar la alineación con las futuras oportunidades de empleo.

Ayudar a las organizaciones locales a prosperar en la transformación digital

Fuente: freepik.com/jcomp

Las tecnologías como la computación en la nube y la Inteligencia Artificial pueden generar un crecimiento transformador para organizaciones sin fines de lucro, nuevas empresas y empresas establecidas, pero también pueden representar una amenaza a aquellos que no tienen los recursos o el conocimiento necesario para adoptar e integrar estas tecnologías. Estamos ayudando a las organizaciones a aprovechar el poder de la tecnología para simplificar las operaciones, desarrollar nuevas líneas de negocios, transformar los modelos de prestación de servicios e impulsar el crecimiento económico en nuestras comunidades. Por ejemplo:

- En asociación con **Technology Hub**, y con el apoyo de otros actores clave, lanzamos **The Bridge Accelerator**, una iniciativa con programas personalizados para la industria de manufactura, empresarios y empresas establecidas en la región. El objetivo es expandir la participación de las empresas locales como proveedores de grandes fabricantes y maquiladoras en la región Paso del Norte. Según los datos de **SIDE** y **COPARMEX**, solo el 2% de los proveedores de la región son parte de la cadena de suministro de fabricación que importa alrededor de $39 mil millones de dólares. La iniciativa está diseñada para acelerar el crecimiento de las empresas en ambos lados de la frontera mediante la combinación de tecnología con perspicacia empresarial al tiempo que crea mejores conexiones entre empresarios y corporaciones.
- **Microsoft** es aliado del **Technology Hub,** el mejor ecosistema de innovación y emprendimiento para el desarrollo emprendedores, nuevas empresas y la industria en el norte de México. La misión de T**echnology Hub** es potenciar el crecimiento colaborativo y construir una comunidad de líderes en innovación para contribuir al desarrollo económico de la región.

Fuente: freepik.com/storyset

- Hemos apoyado eventos estratégicos en Juárez, como la **Expo Automatización, YouTech Borderplex, Indies MX** y **BorderTech, Jóvenes de la siguiente generación Industrial**, entre otros, con el objetivo de fomentar el conocimiento de la transición digital, la adopción y desarrollo de tecnología.

- Hemos colaborado con FICOSEC e IPE para apoyar el arranque de operación del **Centro de Inteligencia Artificial (IA.CENTER)**, con el objetivo de habilitar a jóvenes chihuahuenses a nuevas competencias tecnológicas.

- Hemos apoyado proyectos en alianza con el **Plan Estratégico de Juárez, USMC Strategic Alliance, FUNAX** y **Fondo Unido de Chihuahua** para impulsar proyectos que fortalezcan indicadores y herramientas orientadas a la empleabilidad de nuestra población.

¡Únete a nosotros!

Juntos podemos generar un mejor futuro para todos.

Abordar estos problemas es complejo y exige un esfuerzo local colectivo. Estamos fomentando y apoyando asociaciones intersectoriales para ayudar a impulsar la inversión económica, la creación de empleo y las oportunidades. Recién estamos comenzando. Aprende como puedes unirte a nosotros en microsoft.com/TechSpark o enviando un correo electrónico a: techspark@microsoft.com.

El futuro del Agro en México: Así como “Sin Maíz - No hay País”; también, “Sin Smart Farming - No habrá alimentación suficiente”; y “Sin Agricultura Regenerativa - No habrá humanidad”.

Alfredo Granados-Olivas;
Rafael Corral-Díaz;
Víctor Esquivel-Ceballos
Agro Inteligencia Artificial, AC.

¿Te suena radical o exagerado el título?

Bueno, analiza lo siguiente: Se estima que para el año 2050 (¡...Solo 30 años...!), se deberá alimentar a más de 9 mil millones de habitantes en el mundo en donde la demanda por alimentos seguirá creciendo en el futuro inmediato debido a este crecimiento poblacional. Lo inconsistente y paradójico de esta afirmación es que en los últimos 50 años se ha incrementado substancialmente la producción de alimentos reduciendo de manera importante la hambruna. ¿Incongruente hasta este punto? Sigamos analizando. Lo lamentable de este avance en la producción de alimentos es que solo ha crecido la producción agropecuaria en los países avanzados económicamente y en donde se ha desarrollado tecnología diseñada para mejorar las actividades en la agricultura, como lo es la Agricultura Inteligente (Smart Farming); más importante aún, en donde se han implementado prácticas de Agricultura Regenerativa concepto que refiere a mejores prácticas agrícolas para evitar gases de efecto invernadero y regresar carbón al suelo por medio de acciones simples en el proceso de la producción de alimentos. Mas adelante en este escrito te explico a lo que me refiero con Agricultura Inteligente y a la estrategia de realizar una Agricultura Regenerativa

Fuente: freepik.es/freepik

para la supervivencia de la especie humana en este mundo. Lamentablemente, hoy en día una de cada siete personas en el planeta todavía no tiene acceso a una dieta suficiente que cubra sus necesidades básicas. ¿Triste no? ¿Crees que esto solo pasa en otros países o regiones del mundo? ¿Me creerías si te dijera que, en Ciudad Juárez, Chihuahua (CJ) existen personas que solo comen una vez al día o peor aún, que no comen nada en algunos días de su semana? ¡¡¡ Las estadísticas presentadas por INEGI en referencia a los polígonos de pobreza que se localizan en CJ demuestran que cerca de MEDIO MILLON de personas sufren de pobreza y cerca de 63,000 en pobreza extrema!!!. Estas son personas que difícilmente logran comer algo en el día y que representan aproximadamente poco más del 63% de todos los pobres que existen en el estado los cuales viven en CJ, (SDS, 2021; PEJ, 2019).

¿Cuál es el contexto de la alimentación en México?

La pobreza alimentaria existe desde hace muchos años en México y en el mundo. En el caso de nuestro país, fue razón de diversos conflictos sociales que han forjado lo que hoy somos como nación. Sin embargo, estamos lejos de erradicar este problema y más aún, la pobreza se ha acentuado en los últimos 40 años cuando se implementaron políticas de desarrollo económico las cuales hoy en día se ha demostrado que no han resuelto la desigualdad social y el subdesarrollo de los países en el mundo. Por ejemplo, en la década de los años 70 del siglo pasado, México era autosuficiente en la producción agropecuaria; de hecho, México exportaba sus excedentes como lo demuestran las publicaciones del 1er Congreso de Extensionismo Agrícola que se realizó en nuestro país, (SRH, 1975). En este evento, en el que participaron diversos países de Latinoamérica y resto del mundo, se expusieron y publicaron los grandes adelantos que brindaron las implementaciones de políticas del desarrollo rural sustentable en donde la tecnología existente en ese tiempo jugaba un factor importante para que se hubiera logrado esta autosuficiencia alimentaria. Se destacaba en esa época las innovaciones tecnológicas implementadas para lograr lo que se definió como la “Revolución Verde” en donde se aplicaron técnicas e instrumentación que permitieron ayudar a incrementar la producción agrícola. Se habló en este tiempo de las grandes ventajas que tenían los primeros ejercicios de las mejoras tecnológicas en el campo como lo fueron: el manejo del control biológico contra

Fuente: freepik.es/wirestock

plagas; del uso de los agroquímicos como insumos importantes para incrementar la productividad de los suelos; de las enormes bondades que tenía el manejo del agua en la agricultura; de lo necesario qué son las cadenas productivas para la comercialización; así como de otros temas relevantes que ayudaron a la sustentabilidad alimentaria de este tiempo. En aquella época, México estaba al frente de muchos países en lo referente a las estrategias para el desarrollo rural sustentable durante esta década y hasta mediados de los años 80´s. Sin embargo, en esta década por razones que en este escrito están fuera de análisis pero que podemos afirmar que estuvieron ligadas a intereses obvios de diferentes grupos de poder del momento, se decidió que el sector primario no era importante para el país y que nuestras necesidades de alimentos básicos los podríamos satisfacer con importaciones que serían pagadas con los excedentes del petróleo. Esto provocó que se dejaran fuera los apoyos para el desarrollo del sector agropecuario lo que permitió lograr su desmantelamiento y quebrar el equilibrio entre el crecimiento poblacional, la aplicación de tecnologías agropecuarias y la producción agroalimentaria. Esto trajo consecuencias devastadoras para el país en función de que la población del campo, la cual funcionaba como eje toral para el desarrollo rural, empezó a sufrir las carencias generando la migración del campo a las ciudades y a su vez, el encarecimiento de los alimentos por efecto de la poca producción agrícola que se presentó al desmantelar, política, económica y socialmente al campo. A consecuencia de esta mala política, se presentaron abandono de tierras, migración, deterioro de suelos, acaparamiento de tierras, empobrecimiento en las comunidades rurales y un sin número de perjuicios al sector primario que hasta la fecha, no se han podido resolver en beneficio de nuestro país. La principal consecuencia de estas malas políticas fue que, en solo 40 años, pasamos de ser un país autosuficiente a uno dependiente con consecuencias graves para la calidad de vida de los habitantes de este país.En tiempo más reciente, el Banco Interamericano de Desarrollo (2008) ha evaluado la pobreza y el subdesarrollo en el mundo estableciendo una “radiografía situacional” de los diferentes países con problemas de desarrollo identificando las principales razones por las que los países pobres no pueden avanzar para derrotar el subdesarrollo en sus pueblos.De una manera por demás interesante la obra se intitula “Agricultura para el Desarrollo” siendo obvio por su título que la propuesta del BID

Fuente: freepik.es/aleksandarlittlewolf

para poder sacar a los países subdesarrollados de su pobreza es el desarrollo rural sustentable. Lo paradójico de este escenario es que al revisar los detalles del diagnóstico y la propuesta para reactivar a estos países pobres, en el caso de México, se ofrecían las mismas fórmulas que estábamos implementando en los años 70 cuando se trabajaba en la agenda del desarrollo rural bajo el esquema del extensionismo. Se discute en este diagnóstico que realiza el BID la necesidad de mejorar el uso del agua en la agricultura, la prevención de la contaminación de los suelos, la reactivación económica a través de cooperativas para el desarrollo económico en el sector rural, el uso de satélites para la evaluación y diagnóstico de los cultivos, el manejo biológico para la reducción del uso de los pesticidas; en general, se hace una propuesta de implementación tecnológica que permitiera la erradicación de la pobreza en el sector rural haciendo énfasis en el uso de la tecnología y la informática para lograr las metas del crecimiento económico en los países con problemas de desarrollo. Un aspecto sobresaliente en el diagnóstico del BID fue el manejo sustentable del agua en la agricultura en donde resalta la relevancia que tiene el mejorar la eficiencia del agua en la agricultura de riego. Más recientemente, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) público su informe denominado El Estado de Mundial de la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2020) en donde establece que el principal reto para la agricultura mundial es superar los desafíos con la demanda de agua para la producción de los cultivos. Por otro lado, se sabe que en el mundo la disponibilidad de agua para el sector agropecuario es un reto para los gobiernos.

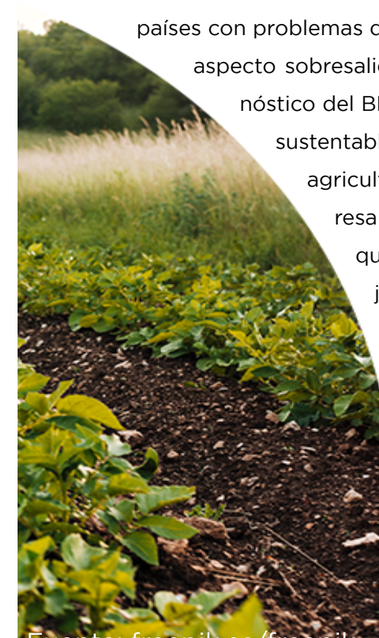
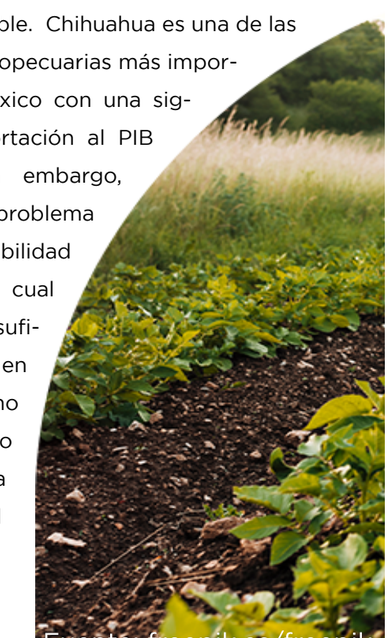

Fuente: freepik.es/freepik

Figura 1. Uso ineficiente del agua en la agricultura

En este sentido, lograr suministrar la demanda de agua para uso agropecuario tanto en cantidad como en calidad es clave para el desarrollo rural sustentable. Chihuahua es una de las entidades agropecuarias más importantes de México con una significativa aportación al PIB nacional; sin embargo, su principal problema es la disponibilidad de agua la cual deberá ser suficiente tanto en cantidad como en calidad lo que permitiría garantizar el sostenimiento de la productividad


Fuente: freepik.es/freepik

agropecuaria en la entidad. Debido a su hidrología y sus diversas regiones climatológicas, la disponibilidad de agua en Chihuahua es errática a través del año en donde se destacan las sequías como principal fenómeno meteorológico siendo estas sequías cada vez más frecuentes en el territorio. Este déficit de disponibilidad hace que la competencia por el agua entre los diversos usos se exponga como un problema grave en donde la agricultura se presenta como la actividad económica de mayor consumo de agua con el mayor número de concesiones otorgadas para esta actividad. El agua concesionada para la agricultura se estima sea de hasta el 78% en comparación con otros usos como el doméstico, el industrial o el ecológico; más aún, es conocido que la eficiencia en el uso del agua para la agricultura está por debajo del 48%, lo que implica ineficiencias graves. Estas competencias por el agua han generado problemas sociales y conflictos difíciles en la entidad que se han extrapolado hacia ámbitos internacionales en donde grupos de agricultores se han manifestado con firmeza en la defensa del recurso agua en la entidad.

¿Qué estrategias se proponen para no tener rezagos en la alimentación?

Considerando entonces que la agricultura es una actividad primordial para la entidad, que representa un sector social importante para el desarrollo del país y revisando los antecedentes al respecto de la problemática socioeconómico y ambiental del agua, es de suma importancia encontrar a la brevedad soluciones viables y prácticas eficientes que atiendan las sentidas demandas de este importante sector social y que se prevengan futuros conflictos que puedan recrudecerse por la falta de atención o peor aún, que se utilicen estas legítimas demandas por la defensa del agua de Chihuahua para fines político electorales como ha sucedido recientemente en la entidad en donde no solo hubo pérdidas materiales sino de vidas humanas también. En este sentido, la aplicación de diversas tecnologías que nos permitan reducir riesgos e incrementar la productividad de los cultivos es primordial al formular estrategias de soluciones viables. Por ejemplo, el uso de la Inteligencia Artificial (IA) para promover la tecnología humanitaria, la conservación del agua y los rendimientos máximos de los cultivos en zonas desérticas de Chihuahua es una de las más importantes estrategias relacionadas al proceso de formulación de la Agricultura Inteligente (Smart Farming) y de la Agricultura Regenerativa. Las comunidades rurales fronterizas en el noroeste de México están luchando por la disponibilidad de agua

Fuente: freepik.es/wirestock

para el riego, contra el abatimiento de los niveles de aguas subterráneas en los acuíferos, contra el deterioro de la calidad del agua bombeada de acuíferos, y en contra la erosión y la salinidad del suelo. Estos retos llevan a la reducción de los rendimientos de los cultivos que influyen en el abandono de las parcelas provocando la migración de las comunidades rurales a las ciudades, incluyendo hacia las comunidades en los Estados Unidos. Esta migración de las zonas rurales hacia las comunidades urbanas ha sucedido continuamente en el norte de México en los últimos 40 años, lo que se intensificó cuando las inversiones en programas para el desarrollo rural sustentable se redujeron severamente afectando la calidad de vida en las comunidades rurales forzando el mencionado proceso de migración extrema. Con el fin de ayudar a reducir estas realidades desafiantes de la migración y con el reto que tiene la humanidad en los próximos 30 años en las que los agricultores deben producir más alimentos con menos recursos, especialmente los recursos hídricos, las tecnologías de vanguardia para medir la disponibilidad del recurso agua en los cultivos son un factor clave para evaluar posibles soluciones en estas comunidades rurales que se enfrentan a enormes desafíos mientras producen alimentos para todas las diversas demandas. Por lo tanto, la implementación de soluciones tecnológicas como las que ofrece Smart Farming a través de la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en conjunto con las acciones que permite implementar la Agricultura Regenerativa, puede desempeñar un papel importante cuando se aplican prácticas de monitoreo en tiempo real con herramientas tecnológicas de última generación para la agricultura. Estas tecnologías para el monitoreo de parámetros físicos en tiempo real en la agricultura ayudan a la supervisión del manejo sustentable de las propiedades fisicoquímicas del suelo, a las mediciones del abatimiento de niveles piezométricos de las aguas subterráneas y al mismo tiempo a monitorear las condiciones climáticas para la toma de decisiones in situ en los predios bajo producción, (Figura 2).

a) Estación metereológica b) Uso de drones c) Piezometría digital

Figura 2. Uso de información digital para la implementación de soluciones de campo en tiempo real que permite el ahorro de agua en la agricultura

Por ejemplo, evaluar la evapotranspiración (ETP) y la humedad del suelo en los huertos pecaneros es una demanda constante entre los agricultores del norte de México para mejorar la eficiencia del riego y conservar los recursos hídricos. Además, el cultivo del nogal es uno de los cultivos más importantes en el norte de México con un incremento anual de la superficie por encima de otro tipo de cultivos, (por ejemplo, algodón y chile).

¿Existen propuestas de Smart Farming en la región?

En lo que refiere a el uso de Smart Farming en combinación con mejores prácticas aplicando acciones de Agricultura Regenerativa, el corporativo de AGROIA AC estableció el Centro para la Transferencia de Tecnología de IA (CeTraTecIA) el cual comenzó como un centro de mejores prácticas y transferencia de conocimiento de agronomía en 1990. Ahora, con los avances y el impacto de la adopción de la IA en el sector primario, el centro se proyecta como un rancho de demostración y capacitación localizado en el municipio de Ascensión, Chihuahua, México, a 40 km al sur de Columbus, NM, EE. UU., para promover el uso de tecnología enfocada en el ser humano y comunicar a los agricultores locales los beneficios de la eficiencia del riego y las prácticas de conservación del suelo mientras reciben y transfieren el conocimiento y la educación a las generaciones más jóvenes. El CeTraTecIA también integra un enfoque binacional en sus proyectos al tiempo que incorpora a científicos de Estados Unidos en su organización. De igual manera que siguiendo su enfoque de aplicación de una Agricultura Regenerativa en todas sus prácticas productivas buscando al mismo tiempo considerar la importancia de una visión geopolítica holística ya que se cuenta con una frontera común entre México y Estados Unidos las cuales presentan desafíos y retos muy similares,
(Figura 3).

Figura 3. Produccion de biofertilizante como practica de Agricultura Regenerativa

La aplicación de la tecnología humanitaria (Smart Farming + Agricultura Regenerativa) se considera en este centro de aprendizaje como la oportunidad para que el estudiante y visitantes se conecten con la naturaleza (plantas, animales, suelos, clima, etc.) en donde al mismo tiempo se va integrando el uso de la IA y las acciones de la Agricultura Regenerativa en las prácticas agrícolas.

Figura 4. Visitantes al CeTraTec IA

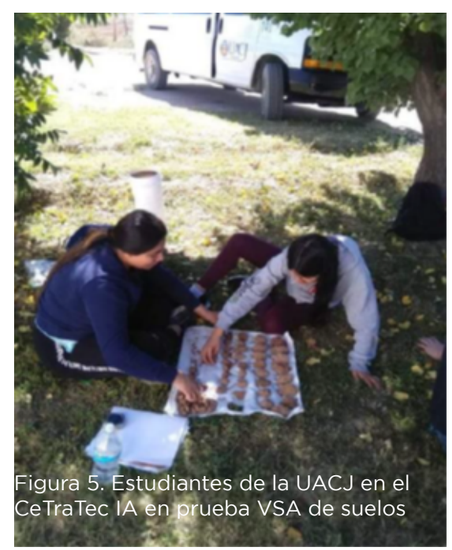


Figura 5. Estudiantes de la UACJ en el CeTraTec IA en prueba VSA de suelos

Mientras que el CeTraTecIA en sus primeras etapas fue concebido como un centro de aprendizaje rural en donde estudiantes de diferentes Universidades locales obtuvieron su formación dual con actividades enfocadas a prácticas bajo una filosofía de “manos a la obra”, más recientemente se ha convertido en un sitio de referencia en donde los agricultores locales buscan soluciones a las problemáticas del día a día de sus actividades productivas,
(Figuras 4 y 5).

¿Existen otros retos tecnológicos alineados con el Smart Farming?

Se considera que las aplicaciones con IA en esta región deben evolucionar pronto hasta convertirse en un contribuyente significativo a un centro regional similar a un "Data Lake" lo que permitirá la consulta de información basado en la "nube de datos" para apoyar la producción agrícola y esto requerirá capacidades de supercómputo y soluciones en tiempo real. En concreto, se usarán las herramientas de IA y la informática en la nube para desarrollar el modelo de IA para las estimaciones de Evapotranspiración (ETP) en tiempo real lo que permitirá realizar calendarios de riego más precisos ahorrando agua en los cultivos sin afectar su productividad. De igual forma, se mejorarán protocolos de programación integral desarrollando la arquitectura de datos mientras "limpiamos datos" a través de un proceso ETL (Extracción-Transformación-Carga) que administra nuestra base de datos integrada desde el depósito "Data Lake" y utilizaremos un protocolo SQL mientras ejecutamos análisis descriptivos y predictivos a nuestro proceso. Este proceso ayudará a reducir la falta de investigación científica y también fortalecerá diferentes líneas de investigación bajo estos intereses para promover la conservación del agua y promover Smart Farming a través de la IA y las prácticas de Agricultura Regenerativa, (Figura 6).

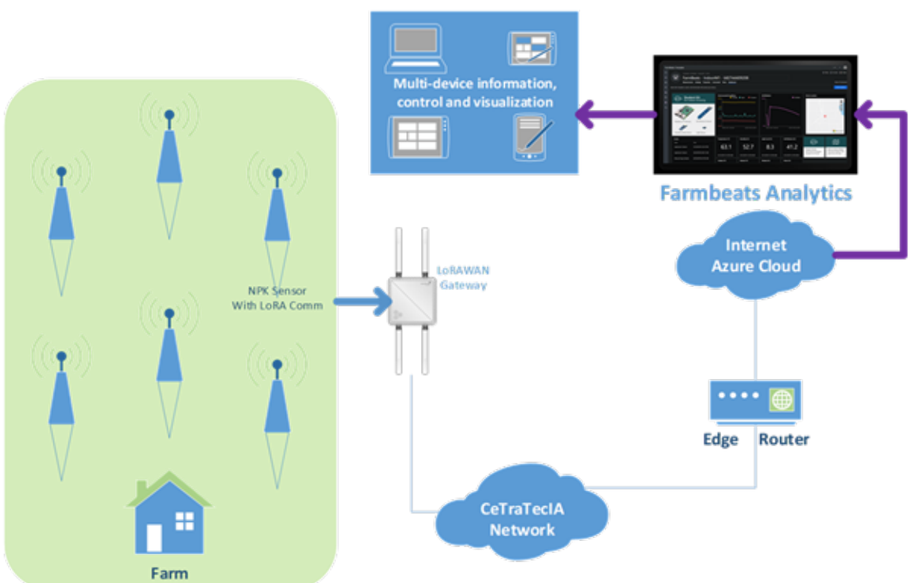


Figura 6. Diagrama esquemático del diseño para la generación de información digital en tiempo real en el CeTraTec IA para el monitoreo y calendarización de riegos en huerto pecanero

¿Cuál es el principal reto del Centro para la Transferencia de Tecnología de IA?

La preservación del agua es el principal enfoque en el proyecto que promueve el CeTraTecIA para mejorar las eficiencias de riego en huertos nogaleros en el estado de Chihuahua y está relacionado con una orientación para que tenga un significativo impacto en el Desarrollo Rural Sustentable mientras asistimos al enfoque binomial en el que los agricultores tienen la necesidad de reducir el consumo de recursos en el proceso de producción de alimentos (principalmente agua) mientras aumentan los rendimientos en sus campos promoviendo un enfoque de "agricultura de precisión" para las soluciones agrícolas.

CeTraTecIA se concentra en aplicar información digital en la resolución de la necesidad de información en tiempo real para la toma de decisiones para mejorar el programa de riego y mejorar la eficiencia de la aplicación de agua en campos seleccionados de huertas nogaleras de la región. Esto ayudará a educar a los agricultores en una aproximación directa en la que obtendrán información a través de la nube en sus teléfonos celulares, mientras que pueden tomar decisiones para mejorar sus rendimientos y reducir el consumo de agua al tiempo que estiman los coeficientes de cultivo para estos huertos de nogal aplicando acciones de Smart Farming + Agricultura Regenerativa. Esto ayudará a aumentar sus rendimientos lo que, a su vez, podría ayudar a reducir la migración y el abandono de los campos agrícolas una vez que su economía familiar mejore. Por otro lado, nuestros expertos en informática del Centro de Inteligencia Artificial (CIA.Center) del Gobierno del Estado de Chihuahua asociados a este proyecto agrotecnológico tienen una amplia experiencia en el proceso informático en la nube y tienen varios estudiantes con habilidades altamente entrenadas y excelentes habilidades de programación. Se proporcionarán datos de archivo relacionados con información regional meteorológica, geodatos electromagnéticos espectrales de los resultados de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en Inglés) generados a través de imágenes de satélite y drones para la generación de información espectral de los cultivos; así como, monitoreo de aguas subterráneas en tiempo real de mediciones piezométricas que se utilizarán para procesar bajo un protocolo ETL

Fuente: freepik.es/aleksandarlittlewolf

basado en una aplicación de planificación en la nube dentro de las instalaciones de CAI donde los procesos y sistemas de planificación de nuestro proyecto se llevarán a cabo a distancia a través de conexión a Internet con el fin de compartir los proyectos del "Data Lake" de captura en el sitio del campo esperando resultados del modelado de procesos para volver a nuestro servidor web para distribuir a los usuarios finales a través de página web de aplicaciones con resultados en tiempo real.

Conclusiones

Se puede decir como conclusiones a este ensayo que, los países que no adopten "Smart Farming y Agricultura Regenerativa" no tendrán un futuro prometedor en función de que saldrán forzosamente de productividad y perderán en gran medida su competitividad en función de que la sociedad esta cada vez más alerta demandando productos agrícolas que sean generados bajo este concepto holístico en favor del manejo sustentable de los recursos suelo y agua principalmente. Adicional a esta afirmación hay que comentar que en general, los seres humanos que habitamos este planeta estamos sujetos a resolver cada vez con mayor compromiso los retos ambientales que tenemos enfrente al producir los alimentos que la humanidad demanda para un mejor futuro. Es importante decir que la solución no está solo en los grandes corporativos agropecuarios sino en cada uno de nosotros en donde podemos colaborar conservando agua, evitando la contaminación de suelos y produciendo nuestras propias acciones en beneficio de la naturaleza y el medio ambiente.

Bibliografía

Banco Interamericano para el Desarrollo, 2016. Agricultura para el Desarrollo.

FAO. 2020. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cb1447es

Plan Estratégico de Juárez, A.C., (2019). Informe pobreza en Juárez 2020. Ciudad Juárez, México: Plan Estratégico de Juárez, A.C.

Secretaria de Desarrollo Social, 2021. Diagnóstico Estadístico Municipio de Juárez. Gobierno del Estado de Chihuahua, fecha consulta 14 feb 2021. http://sds.chihuahua.gob.mx/desarrollosocial/images/planeacion/mpio/sinlogos/037-Municipio-Jurez.pdf

Secretaria de Recursos Hídricos, 1975. Memorias del Primer Congreso en Extensionismo.

Fuente: freepik.com/upklyak

La Electrónica detrás de Aplicaciones IoT, I4.0 y la IA

José Mireles Jr García
I.A. Center, UACJ
jmirelesjr@ia.center

José Luis Lasso Chávez
DCI Development

La selección de dispositivos electrónicos son claves para el desarrollo de aplicaciones definidas como Internet de las cosas ó IoT, por su abreviatura en inglés, y aplicaciones para la Inteligencia Artificial (IA). Especialmente se logran mejores resultados cuando los dispositivos electrónicos seleccionados contienen elementos de sensado, memoria, análisis y comunicación. Uno de los elementos más mercantiles de las aplicaciones del IoT es el monitoreo de variables en "tiempo real" de un proceso ó entorno (campo, bodega, cultivo, etc), y cuyas variables son las que generalmente condicionan el desempeño ó productividad del propio proceso ó entorno. Dado que la elección, diseño, estructura y desarrollo de los dispositivos que hacen la labor de sensado (lo cual involucra varias fases desde prefiltrado...), análisis de condiciones en varios casos, y conversión de señales para su posterior comunicación, son piezas fundamentales en el éxito de plataformas IoT y/o para IA. En la presente edición de la revista Raké, se presenta una descripción más profunda de IA y de IoT, en las secciones "La ciberseguridad, un asunto de todos" y "Diseño y desarrollo de dispositivos IoT en Chihuahua", respectivamente.

A continuación, primero describimos brevemente algunas de las aplicaciones de IoT y de la IA, para posteriormente pasar a una sección de selección de componentes que conforman los dispositivos electrónicos requeridos para aplicaciones IoT e IA.

¿Cuáles son las Aplicaciones de la Electrónica Inteligente ó de largo alcance que involucran cientos de dispositivos IoT y de agentes IA?

Entre las aplicaciones más importantes de la integración de sistemas en red integrada con dispositivos conectados para IoT y agentes IA se encuentran estos proyectos de largo alcance: Agricultura Inteligente, Inteligencia Climática, Ciudades Inteligentes, Industria 4.0.

¿Qué es la Agricultura Inteligente?

Éste término también es conocido como Smart Farming que representa la aplicación de tecnologías, especialmente las tecnologías de información y comunicación (TIC), en la agricultura. En esta edición hay un apartado particular para el tema de Agricultura Inteligente, que involucra estas tres ramas:

- Sistemas de Gestión de Información agrícola
- Agricultura de Precisión
- Automatización Agrícola y Robótica.

Figura 1. Sensores inteligentes en la agricultura.
Fuente: freepik.com/macrovector

¿Qué es la Inteligencia Climática?

Esta área es de suma importancia para predecir condiciones meteorológicas y avisos sobre potenciales eventos que pudiesen alterar desempeño de producción, logística de movilidad, ó incluso situaciones adversas climáticas que pudiesen poner en riesgo a personas. Por lo general los sistemas de predicción climática requieren la lectura de variables climáticas como lo son radiación solar, precipitación acumulada, vapor de agua, humedad relativa, temperatura, presión barométrica, velocidad del viento horizontal, fuerza del viento, dirección del viento, contador de rayos ultravioleta e inclinación del sol. Una vez capturadas los valores de estas variables metereológicas con sensores que comúnmente están en la intemperie en diversos puntos de recolección en diferentes regiones.

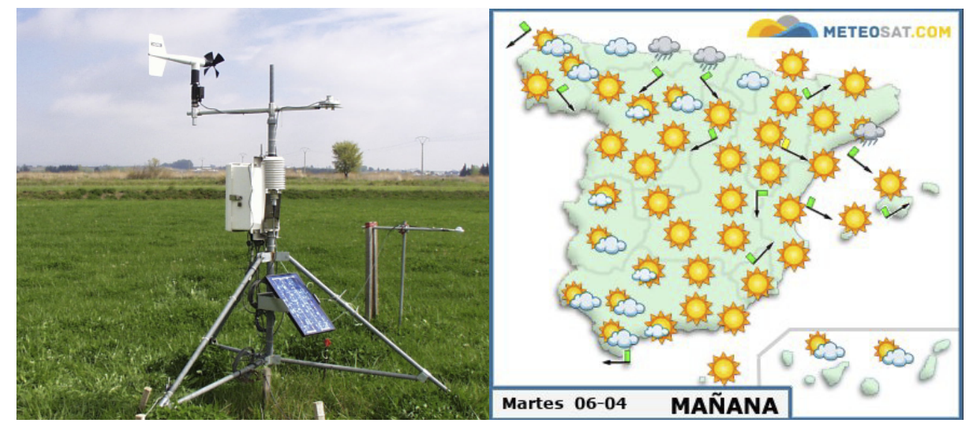


Figura 2. Sensores inteligentes en la agricultura.
Fuente: esferadelagua.es, meteosat.com

Cada punto de recolección de datos ó variables físicas metereológicas lo podemos denominar nodo. la distancia entre nodos puede variar entre varios kilómetros hasta cientos de kilómetros de distancia. Utilizando la red de nodos se concentra la lectura de todas las variables individuales metereológicas de cada nodo en una central de análisis. Los datos de todos los nodos y el mapa regional de localización de cada nodo son la base para la generación de modelos predictivos de climas los cuales estiman las condiciones climáticas de estas regiones. Entonces, para la consideración de dispositivos electrónicos requeridos en los nodos, se requiere que cada nodo tenga la capacidad de sensar diversas variables metereológicas, capacidad de guardar datos con referencia de la hora en la cual se hizo la medición, capacidad de potencia propia (para el caso que el nodo en cuestión esté en un lugar lejano a redes eléctricas), potencial de envío de telecomunicación y/ó tener fácil acceso a los datos.

¿Qué son las Ciudades Inteligentes?

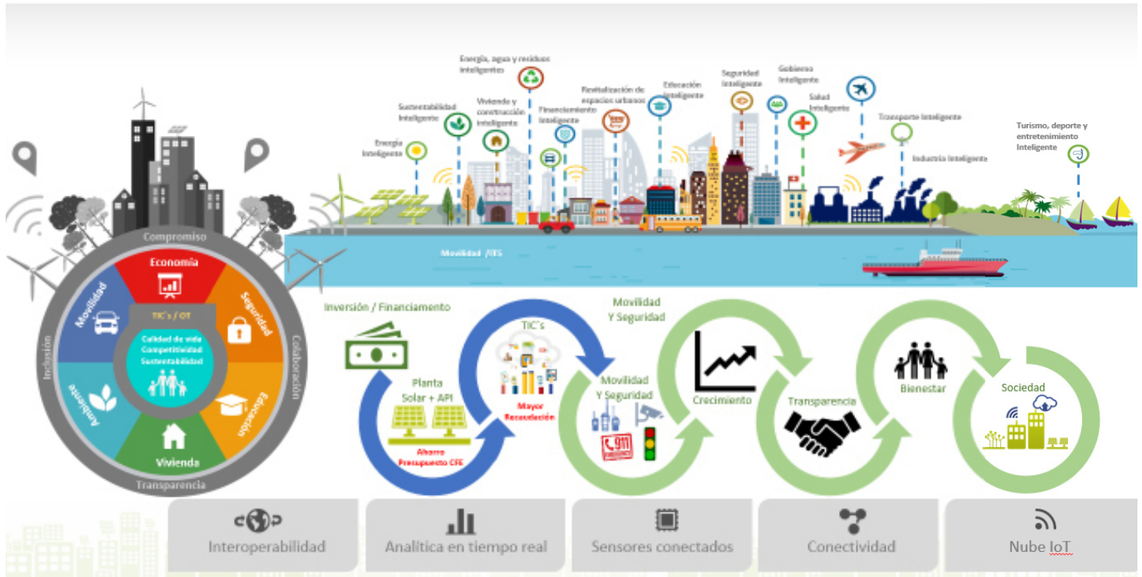


Figura 3. Componentes, servicios y sistemas conectados en una ciudad inteligente.
Fuente: rcm-industrial.com

Éste término es comúnmente conocido como Smart City, y puede contener un gran número de elementos sensores electrónicos interconectados no en una sola red, sino en múltiples redes independientes, cada una con objetivos y enfoques diferentes pero lo importante es que la integración coordinada de todas estas redes aportan beneficios para la ciudad y por ende sus habitantes. Esto es, y como nos lo indica Wikipedia, ciudades inteligentes son aquellas ciudades modernas que utilizan estas tecnologías e infraestructuras eficientes y durables para el manejo por ejemplo del agua, electricidad, telecomunicaciones, gas, transportes, servicios de urgencia y seguridad, equipamientos públicos, transparencia pública digital y eficiente, edificaciones inteligentes de oficinas, espacios académicos, museos y en residencias, etc., deben orientarse a mejorar el confort de los ciudadanos (seguridad, conectividad constante, información actualizada como lo puede ser el tráfico, información actualizada de los sistemas de transporte diversos, clima, niveles de contaminación, etc.). Todo esto, respetando al máximo los aspectos ambientales y el uso prudente de los recursos naturales no renovables especialmente.

Figura 4. Sensores y sistemas de redes comunicadas en ciudades inteligentes.
Fuente: freepik.com/upklyak

Entonces, los dispositivos electrónicos requeridos para ciudades inteligentes son muy variados. Por ejemplo, sólo considerando una red de transporte de una ciudad inteligente, esta requiere de una red de sensores de tráfico como lo pueden ser cámaras para monitorear el estado del tráfico y coordinar secuencia de semáforos, tanto para apoyar al público para que envíe el estado actual en páginas electrónicas con mapas de transporte de la ciudad. Estas cámaras entonces deberán estar interconectadas a la red de forma constante lo cual puede ser por vía alámbrica ó inalámbrica, y es preferible que las cámaras tengan reconocimiento de monitoreo de autos para así evitar esta actividad de reconocimiento la tenga que hacer la unidad central para todas las cámaras de la red.

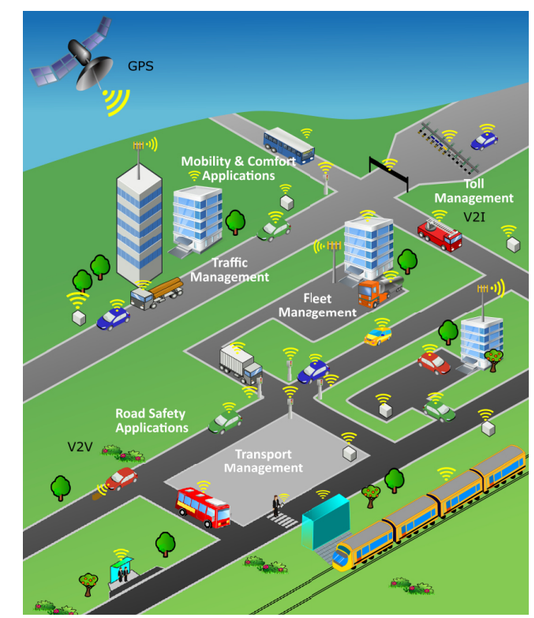


Figura 5. Transporte intercomunicado en ciudades inteligentes. Fuente: marben-products.com

¿Qué es la Industria 4.0?

Fuente: freepik.com/vectorpouch

Este término se refiere a una nueva fase de revolución industrial enfocada en gran medida para aprovechar la interconectividad actual para facilitar la captura y análisis de datos en tiempo real, para optimizar la automatización y hacer más eficiente la toma de decisiones y monitoreo de manufactura de productos y servicios. La industria 4.0 también se conoce como internet industrial de las cosas (IIoT) o manufactura inteligente.

Una de las mejores maneras de comprender mejor el concepto de manufactura inteligente es pensar cómo puede aplicarse a su empresa, o a una empresa similar a la suya (ó a la cual estás trabajando o deseas emplearte).

EPICOR presenta tres ejemplos de casos que nos pueden ayudar a comprender el valor de la Industria 4.0 en una operación de manufactura:

1. **Administración y optimización de la cadena de suministro:** las soluciones de Industria 4.0 les brindan a las empresas mayor percepción, control y visibilidad de datos en toda la cadena de suministro. Esto es, conocer a detalle tiempos, cantidad, especificaciones de los insumos de un producto (componentes básicos que integran un producto, por ejemplo: materiales como plástico, madera, metales, tornillos, componentes electrónicos, etc.), así como la logística y seguimiento de entrega de los productos a los clientes. Como ejemplo de dispositivos electrónicos utilizados para monitorear el rastreo de transporte de productos alrededor del mundo se encuentran sensores con tecnología de localización GPS, tecnología WiFi e interconectividad a comunicación telefónica para dar seguimiento con radios de error hasta de 25mts de radio. El aprovechar las funcionalidades de administración de la cadena de suministro, las compañías pueden brindar productos y servicios al mercado de manera más eficiente y segura para ganar una ventaja sobre los competidores menos eficientes.
2. **Mantenimiento/Analítica predictiva**: las soluciones de Industria 4.0 les brindan a las empresas manufactureras la capacidad de predecir cuándo pueden surgir problemas potenciales antes de que realmente surjan. Sin los sistemas de la IoT en funcionamiento en su fábrica, el mantenimiento preventivo ocurre según la rutina o el tiempo. En otras palabras, es una tarea manual. Con los sistemas de la IoT en funcionamiento, el mantenimiento preventivo está mucho más automatizado y optimizado. Los sistemas pueden identificar cuándo surgirán problemas o cuándo la maquinaria debe arreglarse y pueden ayudarle a resolver problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas más graves.

La analítica predictiva les permite a las compañías no solo hacer preguntas reactivas, como las siguientes: ¿qué sucedió? ó ¿por qué sucedió?, sino también preguntas proactivas, como ¿qué sucederá? y ¿qué podemos hacer para prevenir que eso suceda?. Este tipo de analítica puede permitirles a las empresas manufactureras cambiar de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento predictivo.

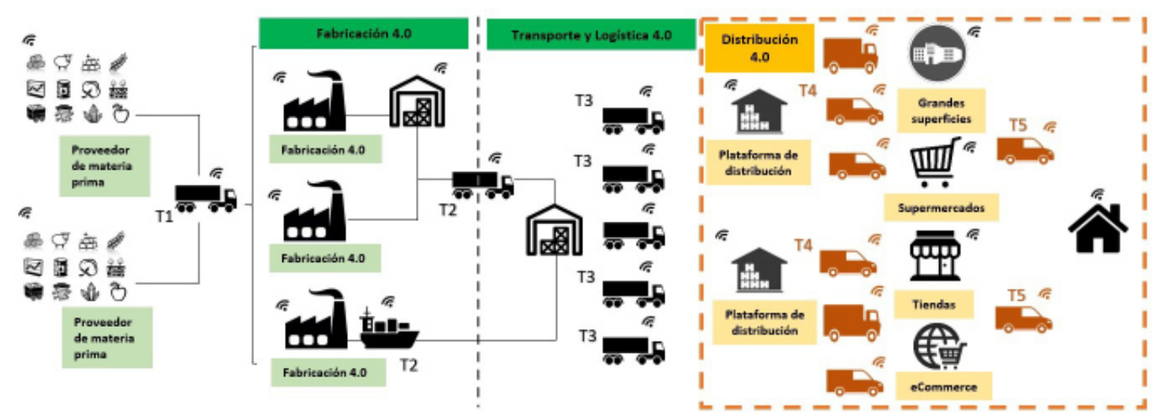


Figura 6. Fases de la logística y cadena de suministro.
Fuente: noticiaslogisticaytransporte.com

Figura 7. Mantenimiento predictivo requiere el monitoreo constante de las variables de equipos de producción. Fuente: tecnologiaminera.com

¿Cuáles son los elementos más importantes a considerar en los dispositivos electrónicos (ó sistemas embebidos) para aplicaciones IoT?

Los dispositivos electrónicos requeridos para aplicaciones IoT por lo general deben tener la capacidad de detectar, medir o indicar variaciones de magnitudes físicas (voltaje, tensión, peso, velocidad, vibración, temperatura, humedad) y transformarlas en señales eléctricas, analógicas o digitales las cuales deben ser filtradas y analizadas a diferentes niveles. Las estructuras IoT las cuales involucran varios dispositivos electrónicos en forma de red suelen ser más poderosos en términos del alcance e "inteligencia" para la toma de decisiones referentes a la región, espacio ó sistema que se analiza.

Figura 8. En la actualidad, un gran número de dispositivos están conectados a la nube para compartir información. Fuente: office2010c.com

¿Cómo selecciono componentes electrónicos?

Comenzamos por comentar el hecho de que la selección de los componentes adecuados para implementar una solución determinada es el principal reto en cada proyecto de IIoT y/o IA. Intentaremos ser de utilidad en este tema, para ello destacamos tres consideraciones:

Primero es importante realizar una clara observación del problema, es decir, se debe analizar detalladamente y tomar una decisión del esquema que se va a adoptar; es importante considerar que no siempre la mejor solución es un sistema de alta complejidad, lo cual incurre en un mayor costo, tal vez el simple hecho de contar con la información necesaria puede por si mismo ofrecer la solución, o quizá sea necesario también una herramienta de análisis básico para procesar grandes cantidades de información y presentarla de una manera que tengan sentido.

Un ejemplo de herramienta para la visualización y el análisis de información son los sistemas SCADA, del inglés "Supervisory Control and Data Acquisition". Que permiten la captura y visualización ordenada y simplificada de grandes cantidades de información.

Segundo, una vez determinada la estrategia, es importante tener una comprensión básica de las alternativas de implementación con que se cuentan. Específicamente hablando del aspecto del "hardware" o la electrónica, se cuenta ya en el mercado con un muy amplio catalogo de subsistemas con características propias para un inmenso espectro de soluciones, esto es, existe una solución en el mercado prácticamente para todos los aspectos de un proceso que pueden ser medibles. Sin embargo, hay ocasiones en las que desarrollar una electrónica dedicada puede ser de beneficio, citamos dos ejemplos:

- Si se desarrolla un circuito especializado que

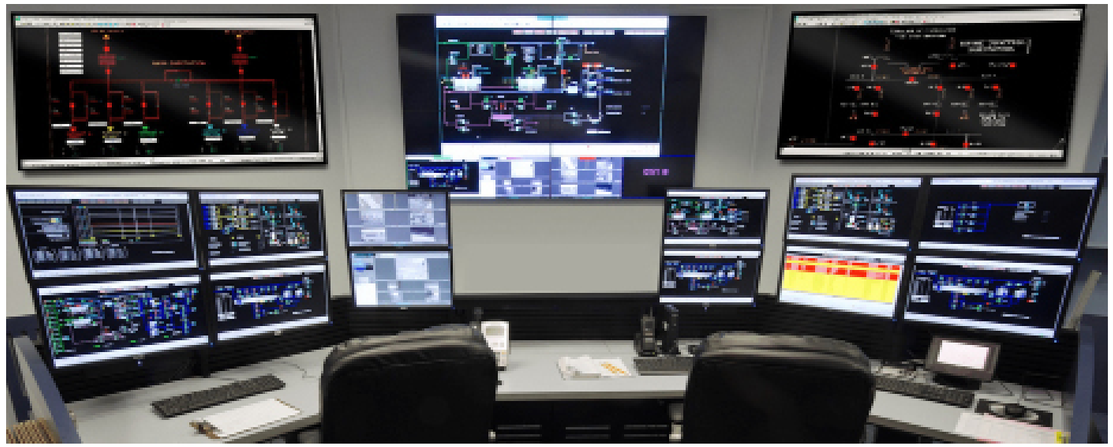


Figura 9. Ejemplo de sistema SCADA
Fuente: praxya.com

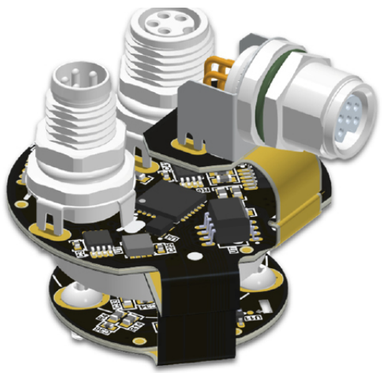


Figura 10. Ejemplo de placa de circuito electrónico especializado. Dispositivo para medición de posición angular en motor de pasos. Fuente: dciplc.com

cumple con las características requeridas por la aplicación, puede ofrecernos control adicional sobre la implementación y el comportamiento del sistema, permitiendo flexibilidad y mejorando aspectos relevantes. Sin embargo, la cantidad de circuitos que se utilicen en la solución electrónica impactan directamente en el costo por lo que cuando se necesitan solamente algunos pocos dispositivos, es mas barato comprar alguna solución ya existente y ahorrar en el costo de diseño.

- Otra razón puede ser la simplicidad del sistema, por ejemplo, si la solución requiere de un conjunto de elementos o etapas, llámese AFE (Analog Front End), DSP (Digital Signal Processor), o GUI (Graphic User Interface) por nombrar algunas, en ocasiones es preferible crear un diseño de un sistema completo que contenga todos los elementos mencionados y así se pudiera lograr reducir costos de implementación, sin la necesidad de que la cantidad de fabricación sea demasiado elevada.

Tercero, es importante considerar la capacidad de diseño con que se cuenta para estimar el costo de diseño y desarrollo de una implementación a la medida. Sin duda contar con una capacidad notable en el diseño de un circuito acondicionador de un sensor para controlar por ejemplo una válvula, o un motor, o un robot, es una fortaleza que proporciona muchas ventajas tanto para una empresa que implementa soluciones para IoT como para una empresa usuaria de estas tecnologías. Sin embargo, esto no siempre es posible. Algunos ejemplos de herramientas comunes para desarrollos de IoT e |Inteligencia Artificial son los siguientes:

Plataformas

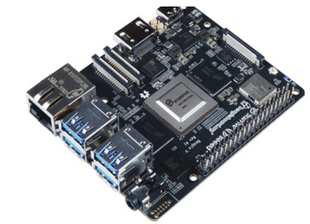
Raspberry Pi™

Nvidia Jetson™

Plataformas

Intel Galileo™

Beaglebone Black™



BeagleV™

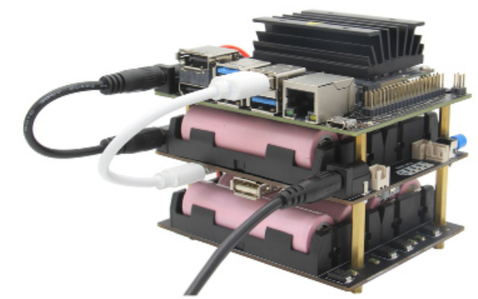
Todas estas plataformas cuentan con opciones de mediana integración y aplicaciones básicas de ejemplo disponibles. Un ejemplo es este módulo de potencia para el módulo Jetson Nano accesible en el mercado.

Algunos otros sitios web para encontrar accesorios pueden ser:

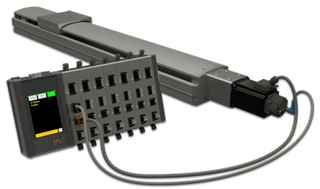
- Sequent Microsystems el cual ofrece categorías de integradas Bundle, Drivers de potencia, para Automatización Industrial, para Automatización del Hogar, y un sin número de tarjetas IO.
- Seeed Studio el cual ofrece categorías especiales para disopsitivos de inteligencia articficial como por ejemplo para aprendizaje de máquina (machine learning) y para IoT.
- Measurement Computing ofrece categorías para adquisición de datos, módulos de almacenamiento de datos, sensores diversos como de temperatura y de vibración, tarjetas de OEMs, y software.

Otras marcas ofrecen soluciones mas integradas, y listas para ambientes industriales, por ejemplo, controladores para automatización:

- dPLC R7 ofrece sistemas modulares a la medida para integración de automatización industrial, donde se pueden escoger módulos de control de motores, tarjetas IO, controladores y software especializado de fácil integración y programación.
- PLCnext ofrece diversos controladores lógico programables (PLCs),
- Rockwell Automation ofrece diversos controladores lógico programables (PLCs) como los Compat Logic de Allen Bradley.



Fuente: geekworm.com



dPLC R7

PLCnext

Rockwell Automation

Argumentos Finales

Afortunadamente, para desarrollar las habilidades requeridas para cubrir las tres fases de consideraciones arriba sugeridas, es posible lograrlo considerando la gran oferta de herramientas, circuitos y dispositivos existentes en el mercado, especialmente si consideramos que vivimos en una economía digital con gran acceso a recursos y comunicación global. Creemos que en nuestra región el reto es desarrollar habilidades de forma masiva dentro de un ecosistema en el cual existan habilidades competitivas y colaborativas, y cuyo ecosistema contenga varios clusters, uno de ellos enfocado al desarrollo de productos y servicios de tecnologías de electrónica, TICs, con una visión al desarrollo de nuevos productos y servicios de competencia internacional, no sólo cubrir necesidades de integración de soluciones para manufactura.

Este reto de desarrollo de habilidades competitivas y colaborativas es precisamente uno de los objetivos principales a desarrollar en el reciente Centro de Inteligencia Artificial del Estado de Chihuahua IA.Center, y en el cual pronto abriremos un “club de Sistemas Embebidos” para atacar la “vertiente” de electrónica inteligente. En este club invitaremos a estudiantes y profesores del área a participar y colaborar en diferentes proyectos que involucren diseño, desarrollo e integración de sistemas embebidos electrónicos para aplicaciones varias. Inicialmente estas aplicaciones tendrán un impacto formativo, pero en una segunda fase realizaremos desarrollo de proyectos con impacto tecnológico a usuarios empresariales e industriales de la región.

Diseño y Desarrollo de dispositivos IoT en Chihuahua

Rafael González
Centro de Investigación y Desarrollo de Resideo

¿Por qué el diseño y desarrollo de dispositivos Internet of Things (IoT) o Internet de las cosas, es relevante hoy en día?

Dada la tendencia actual, donde cada vez es mayor el número de dispositivos conectados, que pueden ser desde motores industriales a dispositivos médicos o aparatos electrodomésticos para los hogares y dispositivos personales y portátiles, entre muchos otros. Los fabricantes que no incluyan en su portafolio de productos algún producto con algún grado de conectividad se van a ir quedando atrás ante la competencia, esto debido a que cada vez es mayor el número de dispositivos con capacidades de conexión inalámbrica que pueden enviar información y ser controlados de manera remota. Cada vez se habla más de casas inteligentes, edificios inteligentes, ciudades inteligentes, industria inteligente, vehículos inteligentes y una pieza importante de esta “inteligencia” es la comunicación entre dispositivos y/o con servidores donde se puedan almacenar grandes cantidades de datos para su procesamiento y toma de decisiones, los cuales pueden ser controlados vía aplicaciones desde el celular, tabletas electrónicas o cualquier dispositivo conectado a Internet. Por esta razón, en el centro de diseño de Resideo en Chihuahua tenemos nuevas áreas de investigación y desarrollo como son entre otras, Radio frecuencia (RF) y ciberseguridad. Resideo es una empresa que se inauguró en el año 2018 a raíz de la desincorporación de algunas unidades de negocio de la división de controles y sistemas de seguridad de Honeywell.

Fuente: freepik.es/Dragana_Gordic

¿Cuál fue la evolución de los dispositivos IoT?

A mediados del siglo pasado, la funcionalidad de los termostatos por poner de ejemplo un tipo de producto, estaba dada principalmente por mecanismos, como: palancas, engranes, resortes, elementos bimetálicos entre otros. Un ejemplo de un termostato electromecánico se aprecia en la fig. 1, los cuales requerían procesos de calibración con ambientes controlados y su ensamble llevaba un tiempo considerado. Además, en dicho proceso, era necesario el uso de herramientas como prensas, dobladoras, cortadoras que, algunas veces, debido al desajuste de los equipos ocasionaba altos niveles de desperdicio porque no era posible retrabajar las partes mecánicas ya procesadas. Otra característica de los dispositivos de este tipo es que, como no tenían memoria, si se necesitaba llevar un registro de sus mediciones era necesario que una persona tomara la lectura de ese momento y la anotara manualmente.

Fig 1. Termostato electromecánico

Fuente: freepik.es/jannoon028

A partir de 1980, parte de la funcionalidad en los dispositivos empezó a cambiarse por circuitos electrónicos, agregando sensores, relevadores, microcontroladores, pantallas, memorias, dando como resultado, productos electrónicos como el que se observa en la fig.2, donde los procesos de ensamble son más sencillos y pueden ser inclusive automatizados por máquinas de inserción o colocación de componentes. La calibración puede ser realizada utilizando valores fijos en los equipos y/o muchas veces ya no es requerida, puesto que la variación de los componentes es más pequeña y el mismo diseño los puede absorber. Con los procesos de miniaturización, fue posible desarrollar dispositivos más pequeños y con el uso de microcontroladores y memorias, se agregaron nuevas funciones y capacidades a los dispositivos, como el almacenamiento de datos. Esto implicó incluir, como parte de los equipos de diseño de producto, tanto a los Ingenieros de diseño mecánico como ingenieros de diseño electrónico, e ingenieros de diseño de software embebido para el desarrollo de nuevos productos.

Con el desarrollo de las tecnologías inalámbricas, como la tecnología celular, WiFi, Bluetooth, ZigBee, Z-wave, entre otras, y teniendo ya dispositivos electrónicos a base de microcontroladores, la siguiente etapa era la inclusión de transceptores (Transmisor y receptor) y antenas en los dispositivos para la comunicación inalámbrica (ver fig. 3). Esto requirió la participación de Ingenieros de diseño en radio frecuencia para el diseño del circuito electrónico y de las antenas requeridas para la comunicación del dispositivo. Hoy en día, es común tener dispositivos que contienen inclusive varios transceptores y operan con varios protocolos de comunicación, es decir, pueden conectarse a través de WiFi a la nube y al mismo tiempo con otros dispositivos a través de Z-Wave o mediante algún otro protocolo.

Fig. 2 Termostato electrónico

Fig. 3 Termostato WiFi

Para el diseño de la parte de Radio Frecuencia (RF) es vital como en otras áreas de tener herramientas de simulación, para poder llevar a cabo diseños más rápidos y con probabilidades de éxito más grande, al no tener que realizar experimentaciones de manera física. Además, es indispensable tener los equipos de prueba de radio frecuencia, para la sintonización de la antena y asegurar la máxima transferencia de energía, así como el equipo para pruebas de transmisión y recepción. A esto, hay que agregar la necesidad de realizar pruebas de compatibilidad electromagnética en laboratorios certificados y obtener las certificaciones requeridas para los países donde se van a distribuir los productos.

¿Qué retos existen para el diseño de los dispositivos IoT?

Los dispositivos ya con el hecho de tener la capacidad de poder transmitir datos, recibir comandos de manera remota, se vuelven vulnerables si no se protege la comunicación de datos entre ellos. Para ello, ahora se ponen en práctica principios como la autenticación antes de empezar la transmisión de los datos, y la encriptación de estos. Ha habido muchos casos conocidos donde hackers han podido tomar el control de dispositivos remotos ocasionando graves daños a usuarios y a corporaciones. Por lo que es un área crítica para el diseño de dispositivos IoT. Los Ingenieros de ciberseguridad son quienes se encargan de diseñar e implementar, por hardware y software, la estrategia de seguridad en la comunicación y almacenamiento de los datos. Además de lo ya mencionado, hay nuevas restricciones de diseño, que requieren el trabajo conjunto del equipo de diseñadores. Por ejemplo, en materia de consumo de energía, muchos dispositivos IoT están alimentados por baterías y una consideración importante es su tiempo de vida; mientras más datos se envíen, más rápido se van a consumir por lo que hay que considerar minimizar el envío de estos, asi como el formato de su representación y el protocolo de los mensajes a usar. Además, el costo de acceso a la nube es directamente proporcional al número y tamaño de los mensajes.

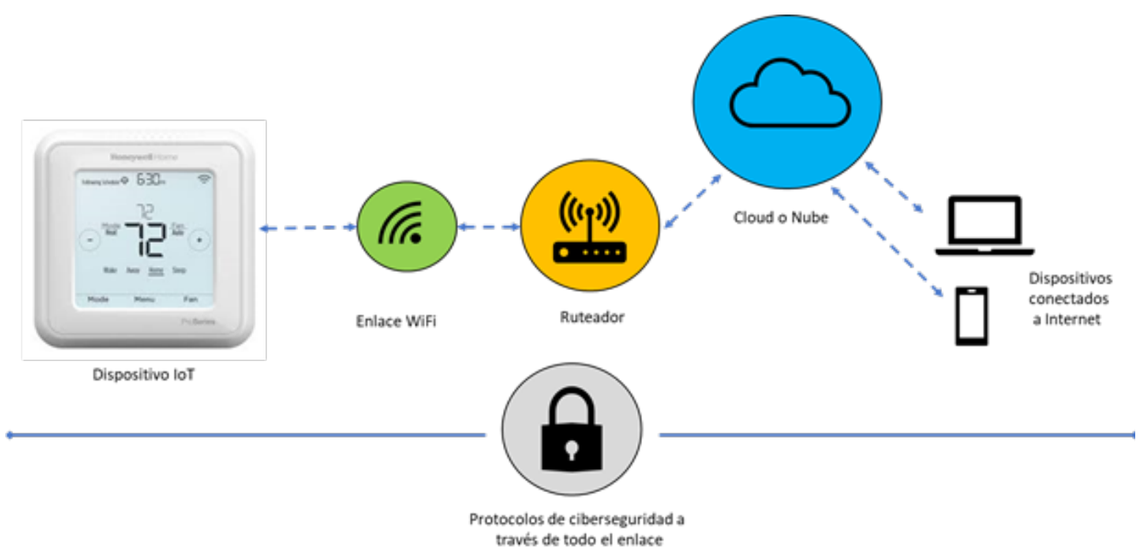


Fig. 4 Sistema IoT

Como se observa en la Fig. 4, el sistema IoT requiere de otras áreas como son el desarrollo de las aplicaciones en la nube y en los dispositivos de interfaz al usuario, donde se requieren ingenieros de programación incluyendo aplicaciones desarrolladas para sistemas operativos como Android y IOS usados en teléfonos celulares y Windows usado en computadoras personales. Las características funcionales de los productos se incrementan sustancialmente. Ya no es necesario estar físicamente cerca de ellos, es posible controlarlos y programarlos remotamente. Utilizando las capacidades de almacenamiento en la nube, es posible guardar grandes cantidades de datos, que pueden ayudar a hacer análisis predicativos y tomar acciones preventivas de manera automática para evitar daños en los equipos y que implican un alto costo de reparación. Llevar estadísticas y proporcionar información relevante al usuario como puede ser el gasto en el consumo energético de gas o electricidad de los sistemas HVAC (Heat, Ventilation and Air Conditioning) por sus siglas en ingles de los sistemas de refrigeración y calefacción de casas y edificios que son controlados por los termostatos. Además, en base al análisis de los datos obtenidos es posible mejorar el consumo energético ayudando también al medio ambiente. Para el diseño y desarrollo de dispositivos IoT se requieren diversas áreas de

Fuente: freepik.es/rawpixel.com

Fuente: freepik.es/rawpixel.com

especialización, ya que no solo involucra a los dispositivos, si no es todo un sistema, desde el dispositivo pasando por ruteadores para llegar a la nube y de ahí al usuario final en su celular o computadora. Continuamente están apareciendo nuevas tecnologías para la mejora en ancho de banda, velocidad y seguridad de los datos transmitidos como se observa con la tecnología celular que empezó con la 1G en 1984 por parte de Motorola, y que para el año 1990, con la 2G, permitió enviar datos en forma de mensajes cortos. En la actualidad ya se está implementando físicamente la 5G que alcanza un máximo de 10 Gbps (gigabits por segundo), un salto significativo en comparación con la 4G que ofrece un máximo de 150 Mbps (Megabits por segundo) y ya se encuentra en desarrollo la 6G, esto en un periodo de 30 años (Historia del teléfono móvil). En el caso de WiFi, también ha evolucionado rápidamente, se inventó en 1997 bajo el estándar 802.11 de la IEEE con una capacidad de hasta 2Mbps y operando en la banda de 2.4 GHz y en la actualidad se está desarrollando la 802.11be designada como Wi-Fi 7 que opera en las bandas de 2.4GHz, 5 GHz y 6 GHz con una capacidad teórica de hasta 30 Gbps (Wifi).

¿Qué recomendaciones haría para la generación de tecnologías IoT en México?

Los avances tecnológicos están sucediendo muy rápido por lo cual es indispensable que las universidades actualicen constantemente sus programas de estudio y que puedan generar los ingenieros que se necesitan hoy en día para el desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías. Además, es prioritario trabajar en conjunto con el gobierno para que, desde la educación básica, se promuevan las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas o STEM por sus siglas en Ingles (Science, Technology, Engineering, Mathematics). De igual manera, se debe fomentar la investigación científica, vinculando investigadores con la industria, sí queremos algún día llegar a ser pioneros en el desarrollo de nuevas tecnologías como lo hacen los países desarrollados. Una iniciativa clave de la ciudad de Chihuahua es Chihuahua Futura que busca la integración de la triple hélice como se le conoce normalmente al conjunto de interacciones entre la academia, la industria y el gobierno, la cual busca impulsar el crecimiento sostenible de la ciudad y mejorar la calidad de vida de sus habitantes a través de la innovación y la tecnología. Las áreas que se están impulsando son Electro-movilidad, Industria inteligente, Agroindustria y alimentación avanzada, y Hábitat y calidad de vida, además de áreas transversales como cultura transformadora y ecosistema de emprendimiento y donde inclusive se está invirtiendo en el parque tecnológico S-Park donde se puedan concentrar empresas tecnológicas para potencializar la innovación y el desarrollo.

Fuente: freepik.es/rawpixel.com

Referencias

Historia del teléfono móvil. (n.d.). Wikipedia. Wifi. (n.d.). Wikipedia.

Competencias estratégicas para la Industria 4.0 y la Sociedad 5.0

Alberto Pacheco González
Instituto Tecnológico de Chihuahua
alberto.pg@chihuahua.tecnm.mx

Norma Candolfi Arballo
Universidad Autónoma de Baja California
ncandolfi@uabc.edu.mx

Rafael Morales Gamboa
Universidad de Guadalajara
rmorales@suv.udg.mx

Sergio E. Ramírez Moreno
Instituto Técnico Central, Colombia
seramirezm@itc.edu.co

Hace más de 50 años, los talentos ocultos de Dorothy Vaughan, Katherine Johnson, Mary Jackson, Margaret Hamilton, JoAnn Morgan y Frances Northcutt contribuyeron a que los humanos llegaran a la Luna. Hace 30 años, los jóvenes programadores John Romero y John Carmack, sin contar con los recursos y medios de las grandes compañías, crearon videojuegos exitosos nunca antes vistos en una computadora PC, que redefinieron la industria de los videojuegos (Kushner, 2003). Hace pocos años, los hermanos Finneas y Billie Eilish, grabaron canciones desde su casa, redefiniendo la forma de producir música, ganando los premios Grammy a la mejor canción, álbum, artista y grabación del año. Como Finneas comentó "es muy importante que los niños no piensen que hay algo intangible y fuera de su alcance", indicando además, lo importante que fue "aprender a manejar software para componer música" (Finneas, 2021).

Fuente: 20thcenturystudios.com

Fuente: romero.smugmug.com

Fuente: instagram.com/billboard

¿Un nuevo alfabetismo?

Leer y escribir son competencias tan elementales que tal vez no parezcan ser tan extraordinarias. Sin embargo, lo son; por ejemplo, para alguien que no sepa leer, parecerá cosa de magia conocer cosas que pasaron o se descubrieron hace siglos y acceder prácticamente a todo el conocimiento escrito de la Humanidad. Además, comenzar desde temprana edad permite perfeccionar dichas competencias para plasmar ideas y pensamientos complejos y originales que puedan incrementar el acervo cultural y científico de la sociedad. De manera similar, para un analfabeto digital en esta era resulta cosa de magia usar dispositivos "sofisticados" como un teléfono inteligente o una tableta, usar (multi)medios y aplicaciones para enviar mensajes, y crear animaciones, filtros para rostros, memes, gráficos, videos, algoritmos y programas computacionales. Por ello, resulta también conveniente y apropiado desarrollar las competencias del alfabetismo digital desde edades tempranas.

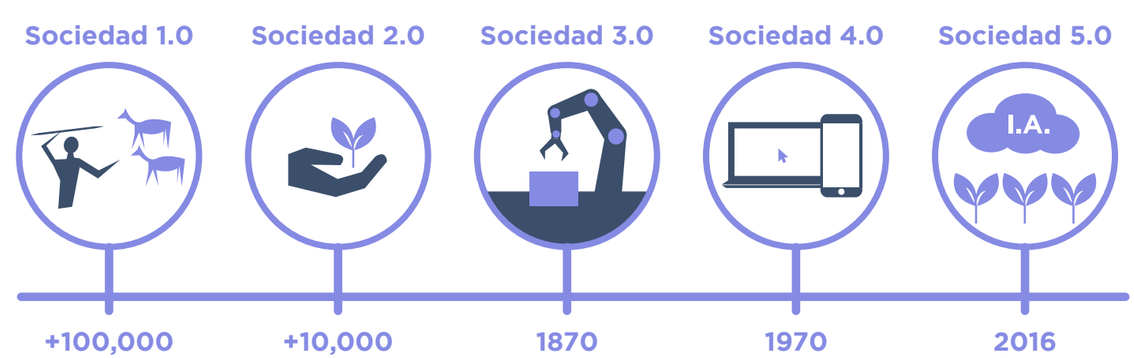
Raké

¿Ciudades inteligentes?

Como se abordó en el artículo anterior (Pacheco et al, 2021) sobre el reto educativo que plantea la Industria 4.0, en la era de la transformación digital están conectándose a la red miles de millones de dispositivos de toda índole, dando lugar al Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés). Estos dispositivos captan cada vez mayor cantidad de información del entorno físico y, más recientemente, han comenzado a procesar datos usando algoritmos de Inteligencia Artificial, dando lugar al aprendizaje por computadora embebido (TinyML, por Tiny Machine Learning) y al surgimiento de sistemas cada vez más automatizados, inteligentes y autónomos, como teléfonos, drones, buques, aviones, naves espaciales, trenes, autos, exoesqueletos, maquinado láser, impresión 3D, robots, e incluso órganos artificiales biotecnológicos (área conocida en inglés como soft robotics), que están transformando el comercio, la escuela, la manufactura, el entretenimiento, el transporte, la salud, los alimentos, la generación y gestión de energía, y la seguridad, dando lugar así a las nuevas ciudades inteligentes.

¿Sociedad 5.0?

Los avances en la industria logrados hasta su versión 4.0 están asociados a una visión centrada en la eficiencia y la automatización de la producción de bienes y servicios que no considera el bienestar común, equitativo y sustentable de la sociedad en su conjunto. El término Sociedad 5.0 pretende un enfoque más integral y centrado en el aspecto humano, social y ambiental. Su creación está asociada con la visión histórica que se ilustra en la Figura 1.



Raké

Figura 1. Evolución hasta la Sociedad 5.0

En los albores de la sociedad, las tribus nómadas basadas en la caza y recolección fueron de las primeras organizaciones en la sociedad humana (Sociedad 1.0), la domesticación de plantas y animales dio paso a los primeros pueblos de agricultores sedentarios y, posteriormente, a las primeras civilizaciones (Sociedad 2.0). Es hasta la Revolución Industrial (Sociedad 3.0) basada en la domesticación de la fuerza mecánica y posteriormente la energía eléctrica, donde se transforman los poblados en grandes ciudades urbanas, destacándose la especialización de trabajo, el comercio sin fronteras y el gran consumo de bienes fabricados en serie. En la segunda mitad del siglo pasado, los grandes avances de la Ciencia posibilitan la domesticación del átomo y los bits para fabricar millones de componentes semiconductores dentro de un chip para crear computadoras digitales con poderosos procesadores y enormes memorias, desatando una era de automatización más esbelta en la industria (Sociedad 4.0). La Sociedad 5.0 o sociedad super-inteligente (Figura 1), se basa en la gran integración-interconexión de sistemas info-digitales-biológicos-físicos, es decir, la fusión del ciberespacio y el espacio físico (Deguchi et al., 2020), abarcando a la sociedad en su conjunto, tal y como fué propuesta por Japón en 2016 (Nagahara, 2019).

Figura 2. Objetivos mundiales de Desarrollo Sostenible de la ONU. Fuente: UNDP.

El objetivo inicial de la Sociedad 5.0 japonesa, con cada vez una mayor población senil (Minchev & Boyanov, 2018), es equilibrar la calidad de vida de las personas gracias a los potenciales disponibles de las tecnologías emergentes de una Industria 4.0 sustentable, para lograr un progreso económico más sano y sensibilizado hacia la resolución de problemas sociales y ambientales, como son plasmados en, por ejemplo, más recientemente, los objetivos del desarrollo sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Figura 2).

Más consciente de los riesgos y dilemas que puede exacerbar el mal uso de la tecnología, entre los que se encuentran el incremento de la inequidad en la distribución de la riqueza, la brecha digital, la falta de privacidad e inseguridad, la falta de acceso a la salud y educación, el cambio climático, la incertidumbre económica y del empleo, se espera que las futuras políticas e iniciativas de los gobiernos (Figura 3) sean un factor clave para lograr dichas metas de manera justa y sana (Pereira et al., 2020).

Cuando un joven domina el manejo de un teléfono inteligente para interactuar en Facebook, WhatsApp o Instagram, como consumidores de elementos gráficos y ocio digital, no necesariamente significa que domine el uso del mismo para apoyar su aprendizaje, apoyar su proceso de resolución de problemas, empoderar su colaboración con otros y crear cosas innovadoras. Esto de entrada, colocan al individuo en situación de desventaja con respecto a quienes han tenido la oportunidad de desarrollar una perspectiva más amplia de la naturaleza de la tecnología digital y de su potencial de transformación del entorno de vida — como es el caso de varios de los ejemplos dados al inicio de este artículo.

Socialmente, el impacto es mucho mayor, porque grandes segmentos de población con estas limitantes y carencias, donde más de la mitad de la población global vive en la pobreza y un porcentaje mucho más alto de la población que es analfabeta digital, se convierten en población marginada y sin oportunidades de empleo en una Industria 4.0 cada vez más automatizada y con cada vez menos oportunidades de empleo para personas no preparadas para estos cambios. El problema adquiere una dimensión adicional cuando se considera no solamente a la población analfabeta digital, como se hizo arriba, sino también a la notoria escasez de personas formadas profesionalmente para hacer un uso efectivo y eficiente de la tecnología digital, pero sobre todo con una alta conciencia y responsabilidad social.

Figura 3. Digital Dreams, ejemplo para reducir la brecha digital de cara al COVID-19. Fuente: digitaldreamsproject.com

¿Competencias para la Sociedad 5.0?

Dado que la noción de Sociedad 5.0 coloca al bienestar humano y planetario por delante de los alcances productivos de la Industria 4.0, en delante nos referiremos a ambas y su conjunción integral y más amplia, simplemente como competencias digitales 5.0. Si ampliamos la definición provista en (Candolfi et al., 2020) tendremos que las competencias digitales en el contexto de la Sociedad 5.0 son definidas como un conjunto de disposiciones cognitivas y actitudinales que son relevantes e indispensables para mejorar de forma equitativa la calidad de vida de todas las personas de forma sustentable, con base en el dominio y el uso de las tecnologías de la información, comunicación y colaboración.

Las competencias digitales pueden clasificarse en cuatro ejes (Figura 5): el dominio tecnológico, las consideraciones técnicas y especializadas del sector, la innovación y el contexto. A partir de las cuales pueden establecerse diversas dimensiones, conocimientos, habilidades y actitudes para dichas competencias (Tabla 1).

Figura 4. Nube de palabras sobre términos asociados al concepto de competencia digital.

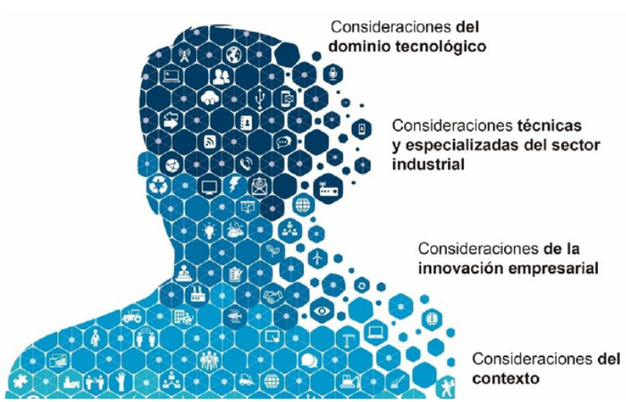
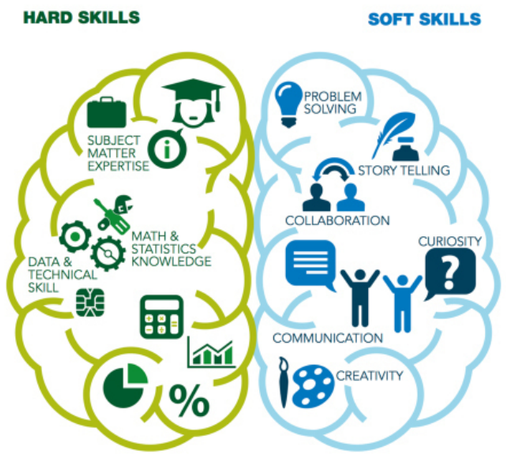


Figura 5. Ejes principales de las competencias digitales.

Tabla 1. Dimensiones, conocimientos, habilidades y actitudes de competencias digitales 5.0

Dimensiones	Conocimiento y Habilidades	Actitudes
Competencias duras: competencias digitales, pensamiento computacional, disciplinas técnicas y especializaciones	Inteligencia Artificial, Computación, Data Science	Comunicativa
	Nube, IoT, sistemas embebidos, seguridad	Proactiva
	Web, sistemas y apps multiplataforma	Integradora
Organización interna: visión, trabajo colaborativo inter-disciplinario y formación continua	Organización de estructura interna	Liderazgo
	Cultura tecnológica	Promotora
	Resiliencia digital	Reflexiva
Proyección externa: Imagen, liderazgo, calidad, energías verdes y cuidado del entorno	Impacto en la calidad de vida y salud	Participativa
	Impacto en la productividad	Empatía
	Impacto en el ambiente	Compromiso
	Impacto en la sociedad	Confianza
Formación y actualización de capital humano	Estrategias de capacitación	Cordialidad
	Prácticas innovadoras de capacitación	Visionaria
Innovación: impulsar e invertir en I+DT, certificaciones, mejora continua, nuevos productos/servicios/ materiales, eficiencia energética, etc	Investigación	Responsable
	Innovación, desarrollo y transferencia tecnológica	Ética
	Pensamiento crítico y analítico	Creativa
	Certificación y regulación	Mediadora
Emprendedurismo responsable	Perspectivas y visión integral	Analítica
	Nuevas propuestas, iniciativas y soluciones sustentables y éticas	
Conocimiento de referentes normativos	Políticas y normas internacionales	
	Políticas y normas nacionales	
	Políticas y normas regionales	

En la Tabla 1 se observa en la primera columna las dimensiones de un perfil con competencias idóneas en relación a las exigencias de la Sociedad 5.0. Se observan, inicialmente, las habilidades duras asociadas al perfil, como la adquisición de conocimiento y dominio de las tecnologías emergentes y artefactos digitales, que son parte del Saber-Saber y Saber-Hacer. Entre las competencias del Saber-Ser, destacan las habilidades blandas o soft skills, mismas que deben desarrollarse en el ser humano desde las etapas tempranas de vida. Las habilidades blandas representan un eje fundamental en el desarrollo personal, temas como liderazgo, resiliencia digital, estrategias, innovación, transferencia, pensamiento analítico, perspectiva, visión y/o motivación no se aprenden en una capacitación, se construye un perfil a través del tiempo. Por lo tanto, el perfil de competencias descrito presenta una combinación y vínculo entre las habilidades blandas y duras del profesionista que participe de forma más activa en la transformación digital de la sociedad.



¿Competencias para la Sociedad 5.0?

Profundizando más a detalle sobre las competencias duras requeridas para innovar dentro de la Industria 4.0 y la Sociedad 5.0 destacan (Figura 6):

- Uso productivo de las TIC para operar sistemas inteligentes desde un teléfono inteligente o tableta, así como el uso de herramientas de software para su diseño, simulación, construcción y mantenimiento.
- Manejo de medios e información en general, así como competencias más avanzadas para el procesamiento y analítica de grandes datos.
- Pensamiento computacional, algorítmico y sistémico para idear soluciones aplicando este tipo de tecnologías Diseño y adaptación de modelos de aprendizaje máquina e Inteligencia Artificial.
- Una notoria diferencia con respecto a las competencias específicas de la Industria 4.0 es que dentro de la Sociedad 5.0, se fusionan cada una de estas competencias duras con las competencias blandas asociadas a la aplicación de las mismas respetando las normas éticas y de sustentabilidad, cimentando así un alfabetismo digital 5.0 más responsable, incluyente y sustentable (Figura 6).

Figura 6. Hacia un Alfabetismo Digital 5.0.

El alfabetismo digital 5.0 no está exento de retos, entre los más apremiantes destacan:

1. La renovación o reforma de los programas educativos. En este sentido podemos citar como ejemplo, la propuesta más reciente de la Currícula de Computación ACM/IEEE - CC2020 (Clear et al., 2020; Takada et al., 2020; ACM & IEEE-CS, 2020) que sugiere incorporar Ciencia de Datos y varias especializaciones más contemporáneas y pertenecientes al nuevo dominio de computación denominado "Inteligencia y Transformación Digital" (similares a las de la Figura 6, mismas que no aparecían en CC2005), así como currículas multi/transdisciplinares Computación+X o híbridas X+Computación.
2. La reducción de la brecha digital, acceso universal a la educación y al conocimiento y el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo que incluye el fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, por mencionar algunos de los 17 objetivos (Figura 2).

Como suplemento a los programas educativos actuales, asumiendo que la juventud tiene interconectividad y una computadora, es posible acceder a diversos recursos digitales disponibles para la iniciación de la alfabetización digital desde casa a temprana edad (primer apartado de la Tabla 2), que incluyen cursos, videos, kits educativos, concursos, entornos interactivos, actividades de aprendizaje y proyectos para habilidades STEAM (Shatunova, et al., 2019), pensamiento computacional y aprender a programar de forma lúdica (Maiorana, Csizmadia & Richards, 2020). Para estudiantes universitarios (segundo recuadro Tabla 2), es recomendable participar en retos, concursos y hackáthones, así como aprender a programar en los lenguajes propios de la industria, como lenguaje C, C++, Rust, Python y sus librerías para ciencias de datos, Big Data, cómputo científico, cómputo en la nube y los *frameworks* para Machine Learning como Keras y TensorFlow. Para la actualización continua (último recuadro Tabla 2) existen diversos blogs, libros, plataformas, cursos y programas completos de especialización y certificación, entre otros (Hernández et al., 2020).

Tabla 2. Mas de 100 recursos recomendados para un alfabetismo digital 5.0.

ESTUDIANTES PRE-UNIVERSITARIOS
1. **Cursos:** Code.org, Khan Acad, Code Club, Coder Dojo, Arduino, RPi, Computational Thinking
2. **Programación:** Scratch, Blockly, AppInventor, Processing, CodeSpark, Tynker, Playgrounds
3. **Kits**: Arduino, RPi, Microbit, Sphero Mindstorms, Bionics4Ed, VEXRobotics, Makeblock mBot
4. **Competencias:** LEGO League, FIRST Robotics Competition, World Robot Olympiad, MakerX
5. **Libros:** Computational Thinking, Computational Thinking Education, Micro:bit IoT In C
6. Makerspaces, **Impresión 3D:** Laserbox, mCreate, RepRap, Ultimaker, Cura, Repetier

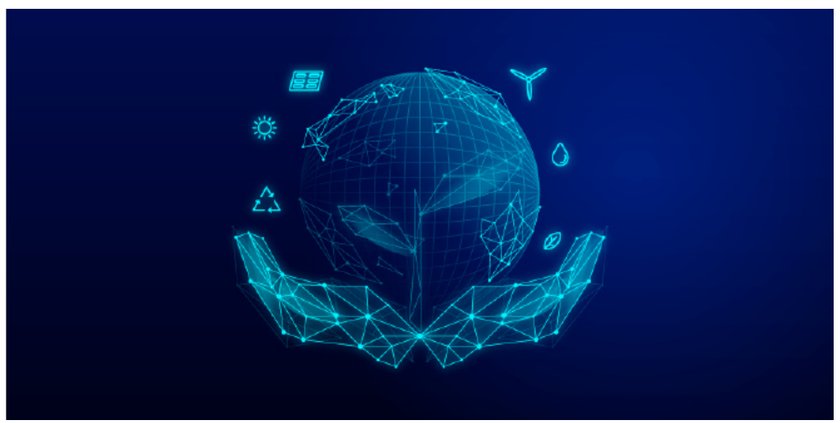
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS
1. **Aprender a programar:** Codecademy, Udemy (Python, C/C++, R, Rust, Go, Java, Javascript)
2. **Frameworks:** Tensorflow, Keras, Pytorch, Sci-kit Learn, Open AI Gym, TinyML.
3. **Concursos:** ACM ICPC, Olimpiadas IOI, TopCoder, Codewars, Exercism, World Skills
4. **Retos AI reales:** Crowdsourcing AI, Omdena, HackerRank, HackerEarth
5. **IoT y Robótica:** M5Stack, ESP32, Gobot, Festo Robotino, Turtlebot, PR2, ROS, LBR iiwa, Yumi, Universal Robots, Rethink Robotics, CP Factory, Sistema F400
6. **Soft Robotics:** Italia Lab, MIT Lab, NASA Lab (video), Daniela Rus Lab
7. **VR:** Vuforia, Oculus, Hololens, Google Glass, Daydream, Aero, Unity, Artoolkit, Holokit, ARKit
8. **Libros:** Learning Python, Deep Learning with Python, ML with TensorFlow, Practical Python Programming for IoT, Raspberry Pi: Beginner's Guide, Arduino Cookbook
9. **Iniciativas** (Hernandez et al., 2020): Makerlodge, MIT LGO, Manufactura Virtual

INGENIEROS Y PROFESIONISTAS
1. **Cómputo en la Nube:** Google GCP, IBM Watson, Microsoft Azure y Amazon AWS
2. **MOOCs:** Coursera, Udemy, EdX, Datacamp, Stanford, MIT, IBM, Microsoft, Google
3. **Plataformas IoT:** Platform.io, MindSphere, ThingWorx, Thingspeak, Zerynth, Ubidots
4. **Libro:** Hello World (Fry), Rethinking IoT (DaCosta), Machine Learning for Cyber Physical Systems, Program or be Programmed (Rushkoff), AI Superpowers: China & Silicon Valley
5. **Posgrados:** Alemania, USA, Francia, Países Bajos, Australia, Japón, Singapur, Finlandia

Comentarios finales

La transformación digital tiene implicaciones culturales, educativas, productivas y comunicativas que requieren forjar una cultura digital, flexible y en constante cambio. Más allá de la esfera profesional, personal, educativa o industrial, afecta a toda la sociedad en su conjunto, donde juega un papel crucial la conciencia ética, responsable y sustentable al momento de aplicar las tecnologías y competencias digitales.

Para lograr una transición hacia una Sociedad 5.0, además de la transformación digital, es necesario que ésta sea llevada a cabo de forma equitativa, incluyente y sustentable. Contando, además, con los prerrequisitos cruciales de reducir la brecha digital, la iniciación del alfabetismo digital desde edades tempranas y una necesaria renovación educativa integral y de gran alcance.



Fuente: freepik.com

Referencias

ACM & IEEE-CS (2020). Computing Curricula 2020 – CC 2020: Paradigms for Global Computing Education, A Computing Curricula Series Report, Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, NY, USA, doi: 10.1145/3456302

Candolfi, N., Hualde, A., Morales, R. & Espinosa, Y. (2020). Perfil de Competencia Tecnológica: Una propuesta para el sector productivo. Universidad & Empresa, 22(39), 1-34. https://doi. org/10.12804/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.7880

Clear, A., et al. (2020), Designing Computer Science Competency Statements: A Process and Curriculum Model for the 21st Century. In Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE-WGR '20), ACM, NY, pp. 211–246, https://doi.org/10.1145/3437800.3439208

Deguchi A. et al. (2020). What Is Society 5.0?, en Hitachi-UTokyo Lab. (eds) Society 5.0. Springer, Singapore, pp. 1-23, https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4_1

Finneas (2021). Behind the Mac with Finneas, Apple Youtube, https://youtu.be/RUEtUaDcH2u

Hernández, Morales, R, M., & Escobar, C. (2020), Engineering education for smart 4.0 technology: a review, en Int. Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 14, 789–803. https://doi.org/10.1007/s12008-020-00672-x

Kushner, D. (2003). Masters of Doom: How Two Guys Created an Empire and Transformed Pop Culture. Random House Inc., USA, ISBN 0-375-50524-5

Maiorana, F., Csizmadia, A. & Richards, G. (2020), P12 Computing in Italy, England and Alabama, USA, en Proc. 21st Annual Conf. on Information Technology Education (SIGITE '20), ACM, NY, pp. 242–247, https://doi.org/10.1145/3368308.3415376

Minchev, Z. & Boyanov, L. (2018). Future Digital Society 5.0: Adversaries & Opportunities, en Int. Conf. On Application of Information and Comm. Tech. & Statictics in Economy & Education (ICAICTSEE), Bulgaria, DOI: 10.13140/RG.2.2.12827.08486.

Nagahara, M. (2019). A Research Project of Society 5.0 in Kitakyushu, Japan, en IEEE Conf. on Control Tech & App. (CCTA), Hong Kong, pp. 803-804, doi: 10.1109/CCTA.2019.892044

Onday, O. (2019). Japan's Society 5.0: Going Beyond Industry 4.0, Bus Eco J 10: 389, doi: 10.4172/2151-6219.1000389

Pacheco A, Candolfi N., Morales, R., Ramírez, S & Escobar, J. (2021). La Universidad en el contexto de la Industria 4.0: Sinergias y transformaciones paralelas, Revista Raké, I2C Chihuahua, No. 1, 32-42.

Pereira A.G., Lima T.M., Charrua F. (2020). Society 5.0 as a result of the technological evolution: Historical approach, en Ahram T., Taiar R., Colson S., Choplin A. (eds) Human Interaction and Emerging Technologies. IHIET 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1018. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_109

Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F., & Kalimullina, O. (2019), Steam as an innovative educational technology. Journal of Social Studies Education Research, 10(2), 131-144.

Takada, S., et al. (2020). Toward the visual understanding of computing curricula, en Education and Information Technologies, No. 25, 4231–4270. Doi: 10.1007/s10639-020-10127-1

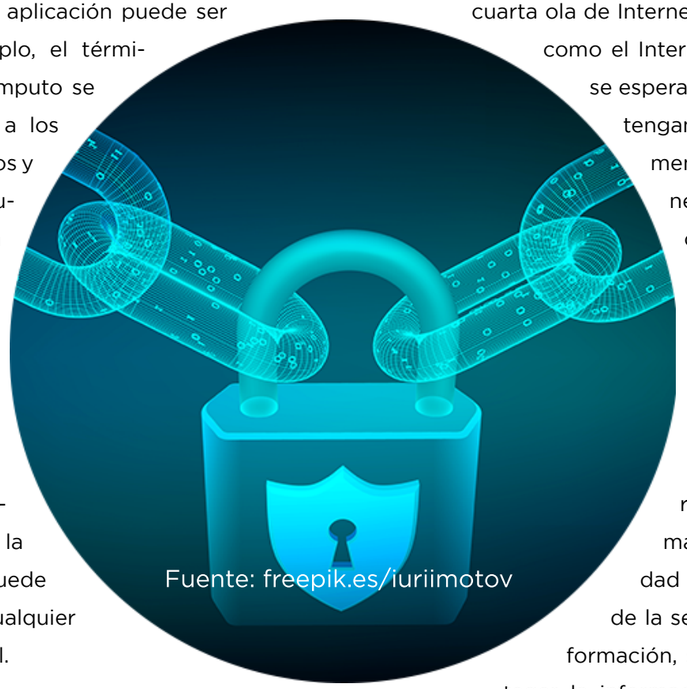
La ciberseguridad, un asunto de todos.

Eduardo Castillo Luna
I.A. Center, UACJ

Victor Morales Rocha
UACJ

¿Qué es la ciberseguridad y por qué debe importarme?

Es muy común confundir términos como seguridad de la información, seguridad en cómputo y ciberseguridad. Aunque todos se refieren en menor o mayor medida a la protección de algún activo, el ámbito de aplicación puede ser diferente. Por ejemplo, el término seguridad en cómputo se aplica mayormente a los métodos, mecanismos y controles para asegurar la infraestructura de procesamiento de la información, mientras que la seguridad de la información tiene que ver con los procesos, métodos y controles para proteger la información que puede encontrarse en cualquier forma: física o digital.



Fuente: freepik.es/iuriimotov

Durante las últimas 3 décadas nos hemos visto inmersos, cada vez más, en lo que llamamos ahora el ciberespacio o la era digital, esto gracias a la evolución del Internet y sus aplicaciones. Ahora con la cuarta ola de Internet mejor conocida como el Internet de las Cosas, se espera que para el 2023 tengamos aproximadamente 29,300 millones de dispositivos conectados en el mundo, algo así como 3.6 dispositivos por habitante (Cisco, 2020). Esto implica una mayor relevancia a la llamada ciberseguridad que, a diferencia de la seguridad de la información, se enfoca a proteger la información en su forma digital y los activos que son utilizados para procesarla y comunicarla.

Con tal magnitud de dispositivos conectados en el mundo, podemos inferir que la cantidad de ataques y amenazas será igualmente proporcional. Como ejemplo tenemos el incremento que año con año se da en el número de infecciones por software malicioso, donde se estima que en 2009 tuvimos 12.4 millones de casos y en 2018 esa cifra se elevó a 812.67 millones. Otro escenario que tuvo consecuencias disruptivas y que aún se presentan en el 2021 es el confinamiento por la pandemia COVID-19, donde millones de estudiantes y trabajadores tuvieron que realizar sus actividades desde casa. Se cree que esta situación derivó en un incremento de hasta el 600% del cibercrimen (PurpleSec, 2021).

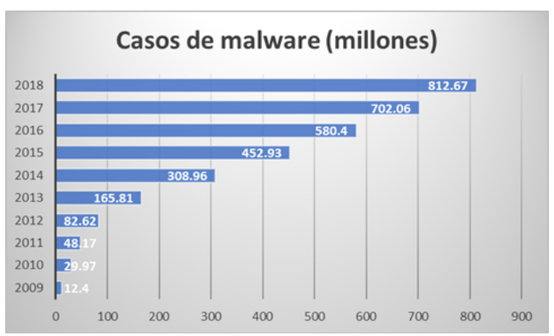


Ilustración 2 Casos de malware desde el 2009 al 2018. (PurpleSec, 2021).

Ilustración 1 Relación entre seguridad de la información y ciberseguridad.

Estas cifras deben ser preocupantes en una sociedad donde se hace uso intensivo de medios digitales, como en México, donde se estima que en el 2019 teníamos 86.5 millones de usuarios de telefonía celular y considerando que 9 de cada 10 usuarios tienen un dispositivo inteligente o smartphone, el número de potenciales usuarios que acceden a Internet o que pudieran recibir algún tipo de ataque es elevado (INEGI, 2021). Esto es particularmente interesante desde el punto de vista de la ciberseguridad, ya que se estima que solamente en el 2018 hubo un incremento del 54% en variantes de software malicioso destinado a dispositivos móviles (PurpleSec, 2021).

¿Cuáles son los tipos de ciber ataques?

Los ciber ataques pueden ser variados y pueden llegar en diferentes formas, sin embargo, la mayoría de los ataques de este tipo tienen motivaciones financieras, de espionaje o daño a la reputación. Se estima que en el 2020 el 86% de los ciber ataques donde se expuso información a un tercero, tuvieron un motivo financiero y el resto alguna incitación de espionaje o de otro tipo. En general, tenemos que los tipos de ataques más comunes son los siguientes:

a) Malware. Es una abreviatura de las palabras en inglés “malicious software” o software malicioso, el cual se refiere a cualquier programa de computadora que se crea de manera deliberada para realizar una acción con el fin de causar un daño. Existen diferentes tipos de malware: virus, gusanos, bots/botnets, trojan horses, ransomware, adware, spyware y cryptojacking. Los virus son el tipo de malware con más antigüedad que emergieron posteriormente a la divulgación de la <<teoría de autómatas que se repoducen a sí mismos>> (Theory of Self-Reproducing Automata) del matemático John von Newmann, publicada en 1966. A partir de entonces, con el experimento del primer virus Creeper en 1971 y hasta al día de hoy tenemos casi 700 millones de virus identificados.

Fuente: freepik.es/vectorjuice

b) Denegación de Servicio (DoS / DDoS – [Distributed] Denial of Service). Es un ataque destinado a inhabilitar un servicio, máquina o red, haciéndola inaccesible para los usuarios legítimos. Los ataques DoS logran esto inundando el objetivo del ataque con cierto tipo de tráfico que agote sus recursos o enviándole información que desencadena un bloqueo. En ambos casos, el ataque DoS priva a los usuarios legítimos del servicio o recurso que esperaban. En el caso del DDoS, es el mismo fin que un ataque DoS, solo que éste se orquesta de manera coordinada por múltiples maquinas atacantes normalmente en una botnet (red de máquinas infectadas).

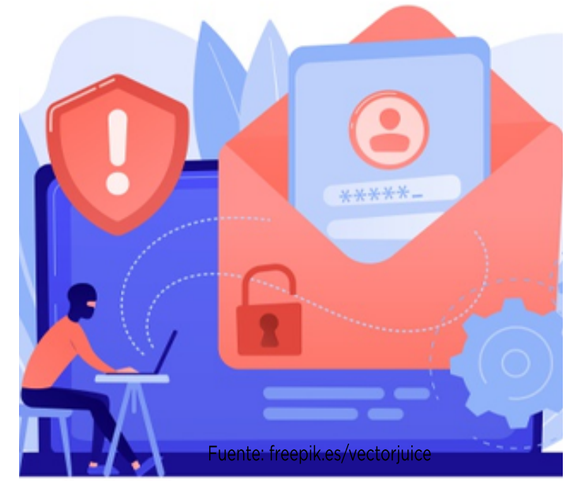
c) Hombre en el Medio (MitM – Man in the Middle attack). Existen muchas variantes y técnicas para ejecutar este tipo de ataque. Por ejemplo, se puede realizar previamente un ataque al servicio de nombres DNS a fin de redirigir el tráfico web de una víctima a un sitio web falso previamente clonado del sitio original. La víctima cree que está conectada al sitio web legítimo y puede ingresar información como el nombre de usuario, claves de acceso, información personal, tarjetas de crédito etc. El atacante puede recopilar esta información comprometiendo la identidad, seguridad o recursos financieros de la víctima. Normalmente este tipo de ataques vienen acompañados de ataques a servicios de la infraestructura de una red como el DNS, DHCP, VLAN o STP.

Fuente: freepik.es/rawpixel

Fuente: freepik.es/freepik

d) Phishing y spear-phishing. El término phishing se deriva de la palabra en inglés “fishing” que significa pesca. Tal como la connotación semántica lo implica, consiste en la pesca o robo de datos confidenciales de la computadora de una persona para posteriormente usarlos para causar alguna afectación económica o algún tipo de extorsión. El ataque en sí, combina técnicas de ingeniería social, ya que el éxito del ataque se basa en el engaño a la víctima haciéndole creer que la información que recibe (normalmente por correo electrónico) es legítima. El objetivo del Phishing puede ir desde engañar al usuario para dar clic en un enlace que le instalará código malicioso en su dispositivo o dirigirlo a una réplica de un sitio web de alguna institución financiera o un sitio web de comercio en línea para robarle información.

e) Descargas no autorizadas (Drive-by attack). Este tipo de ataques se denominan “descargas no autorizadas” porque no requieren ninguna acción por parte de la víctima, solamente con visitar el sitio web comprometido se infectan automáticamente si el dispositivo con el que acceden es vulnerable de alguna manera. Los ciberdelincuentes buscan sitios web inseguros y colocan un script malicioso en el código HTTP o PHP en una de las páginas, normalmente con la finalidad de instalar malware directamente en el dispositivo de quien visita la página web. En muchos casos, el script está ofuscado, para que a los investigadores de seguridad les resulte más difícil analizar el código.


Fuente: freepik.es/vectorjuice

Fuente: freepik.es/rawpixel

f) Ataques de contraseñas (Password attack). Los ataques dirigidos a romper o capturar las contraseñas son los más comunes que existen. De hecho, las técnicas utilizadas por el Phishing y MiTM tienen como objetivo capturar este tipo de información. Existen también, otras técnicas para brincar la seguridad de los sistemas al obtener de forma ilegal las contraseñas, tales como el ataque por fuerza bruta, donde el atacante intentara millones de combinaciones por segundo y si la contraseña es muy sencilla, seguramente tendrá éxito; otro tipo son los ataques de diccionario, que es un tipo de ataque por fuerza bruta, solo que éste utiliza palabras en un diccionario predefinido como un vector inicial para encontrar la contraseña; y por último tenemos los keyloggers, que son programas cuya finalidad es capturar todo lo que ingresamos a través del teclado de nuestra computadora. Estos keyloggers pueden ser instalados sin darnos cuenta a través de una programa troyano o mediante Phishing.

g) Inyección SQL (SQL injection attack). Un ataque del tipo inyección de SQL es un intento de cargar comandos de un lenguaje de programación para bases de datos denominado SQL a través de un sitio web para manipular datos directamente en el servidor. Normalmente el objetivo es robar datos, destruir datos o manipular datos con diferentes motivos entre los que destacan el fraude o daño a la reputación. Aunque el método común es ingresar comandos SQL en un formulario web, existen otros mecanismos de inyectar SQL tales como manipular las cookies que utiliza un sitio web, agregar comandos a una URL o inyectarlos en un HTTP Post.

h) Cross-site scripting (XSS). Este es un tipo de ataque de inyección, tal como el del SQL, con la variante de que éste inyecta código de script para ser ejecutado del lado del navegador a través de un sitio web legítimo de tal manera que cuando un usuario abre la página web infectada, el código del script comienza a ejecutarse en la computadora, conectándose al servidor web del atacante y ganando control del sistema de esta manera.

¿Como se pueden prevenir o mitigar los ciber ataques?

Ilustración 3 La tríada de la seguridad de la información.

A la par de los ciber ataques, existen académicos, profesionales y grandes corporativos que trabajan en entender y contrarrestar la variedad de ataques que sufren las organizaciones y los usuarios comunes. En términos generales, los mecanismos de seguridad intentan proteger uno o más objetivos de seguridad, entre los que se encuentran la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información, conocidos estos atributos como la “triada de la seguridad”.
Estos mecanismos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Mecanismos de control de acceso. Estos tienen la intención de prevenir el acceso de personas o dispositivos no autorizados y de conceder el acceso a aquellos que puedan demostrar que son usuarios o dispositivos legítimos. Existen tres tipos de mecanismos de control de acceso: los que se basan en algo que el usuario conoce, por ejemplo, un nombre de usuario o contraseña; los basados en algo que el usuario posee, por ejemplo, una tarjeta inteligente o un token; y aquellos que se basan en algo que el usuario es, refiriéndonos a estos como mecanismos biométricos, por ejemplo, la huella dactilar, el iris, la voz, entre otros.

Fuente: freepik.es/freepik

- Mecanismos basados en criptografía. Estos tienen una analogía con una cerradura o un candado, que solo puede ser abierto con la llave correcta. La criptografía consiste en transformar el contenido original de un texto a un formato ininteligible y por lo tanto fuera del alcance de usuarios no autorizados, es decir, aquellos que no cuentan con la “llave” para abrir el contenido original. La criptografía hace uso de funciones matemáticas complejas y de claves con una longitud suficiente para hacer imposible, incluso computacionalmente, su descubrimiento. En el contexto de la criptografía moderna existe la criptografía de clave privada, en donde su utiliza la misma clave para cifrar y descifrar, y la criptografía de clave pública, en donde se utiliza una clave para cifrar y otra para descifrar. Ambos tipos de criptografía son ampliamente utilizados, incluso de manera combinada, para ofrecer canales de comunicación seguros en aplicaciones que utilizan información sensible, tales como el comercio electrónico, banca en línea, entre otros. La criptografía es útil para contrarrestar una variedad de ataques, al ofrecer confidencialidad a los datos, así como la verificación de la integridad y de la autenticidad de los mismos.

• Mecanismos de seguridad perimetral. Estos mecanismos están diseñados para prevenir el acceso no autorizado a los recursos que se encuentran en la infraestructura tecnológica local de una organización o usuario. Consisten generalmente de dispositivos físicos y de software, y están enfocados principalmente a la prevención y detección de intrusos y a impedir la entrada de paquetes o archivos en una red o en un equipo de cómputo. Los principales mecanismos de seguridad perimetral son los firewalls, los IPS/IDS (siglas en inglés para sistemas de prevención y detección de intrusos) e incluso se pueden considerar dentro de esta categoría los programas antimalware.

Fuente: freepik.es/kanawatvector

Fuente: freepik.es/kanawatvector

• Mecanismos basados en conocimiento. A través de la implementación de técnicas de inteligencia artificial, especialmente las de machine learning (o aprendizaje automático), se han desarrollado mecanismos inteligentes orientados a diversas áreas de la ciberseguridad. También conocida como seguridad cognitiva o seguridad inteligente, este tipo de mecanismos incluyen algunos de los mencionados previamente, con la acotación de que estos utilizan técnicas de inteligencia artificial para la toma de decisiones, por ejemplo, para determinar quién es un usuario autorizado y quién no lo es, cuál archivo es un malware o cuál no lo es, etcétera. La empresa IBM ha estado impulsando fuertemente este tipo de mecanismos y ha desarrollado una herramienta llamada Watson for Cyber Security , que tiene la finalidad de generar alertas de incidentes de seguridad a través del aprendizaje que obtiene de la interacción con los humanos y con otras fuentes de información.

https://www.ibm.com/mx-es/security/artificial-intelligence

Además de los mecanismos técnicos para prevenir o mitigar ataques, las organizaciones deben diseñar sus propias políticas de seguridad y darlas a conocer a sus empleados o colaboradores. Dichas políticas deben considerar, entre otras cosas, los protocolos a seguir al tratar con los activos que procesan, almacenan o transfieren los datos relevantes de la organización. Si bien los mecanismos que se han descrito pueden ser utilizados de manera general, las organizaciones deben elegir cuidadosamente cuál o cuáles son necesarios implementar. Por una parte, pocas organizaciones cuentan con un presupuesto o recursos humanos suficiente para implementar todos los mecanismos de seguridad disponibles. Por otro lado, no se pueden sacrificar otros aspectos también relevantes a cambio altos niveles de seguridad, por ejemplo, hacer uso de un algoritmo criptográfico robusto para cifrar una base de datos provocaría un retraso considerable, asociado al tiempo de procesamiento para descifrar la información, cada vez que se desee realizar una consulta en dicha base de datos, por lo que esta medida de seguridad no debería implementarse cuando se requiere un proceso de consultas en tiempo real.

Fuente: freepik.es/vectorjuice

Otro aspecto para considerar es la sensibilidad de los datos que se desea proteger, ya que no se deberían invertir los mismos recursos para proteger datos cuya pérdida no implica un daño considerable a la organización que los que se invertirían para proteger aquellos que de ser comprometidos impactaría directamente en la misión de la organización. Debido a que no es una tarea fácil para las organizaciones decidir en dónde enfocar sus esfuerzos de ciberseguridad, resulta conveniente antes de tomar una decisión al respecto, realizar un proceso de estimación de riesgos, el cual arrojará información acerca del impacto y nivel de riesgo de las posibles amenazas para ese entorno específico. De esta manera, se puede conocer cuáles son las amenazas que, de concretarse en un ataque exitoso, representan un riesgo alto para los activos de la organización.

Es entonces cuando se cuenta con la información necesaria para orientar de manera adecuada los recursos disponibles.

En conclusión, como usuarios cada vez más constantes y numerosos de información digital y la presencia ya de la cuarta ola del Internet, debemos tomar conciencia de la gravedad de los ciber ataques en todas sus formas. Se sabe que la gran mayoría de los ciber ataques tienen éxito gracias a descuidos humanos de algún tipo.

Por ello, debemos atender recomendaciones para mitigar las amenazas y en el caso de las organizaciones, establecer programas y procesos de seguridad informática. Una buena referencia son los estándares de la familia ISO-27000, aunque para muchas pequeñas y medianas empresas puede resultar engorroso, lo cierto es que son pautas necesarias si no queremos ser estadística dentro de las millonarias pérdidas que se dan año con año debido a los ciber ataques.

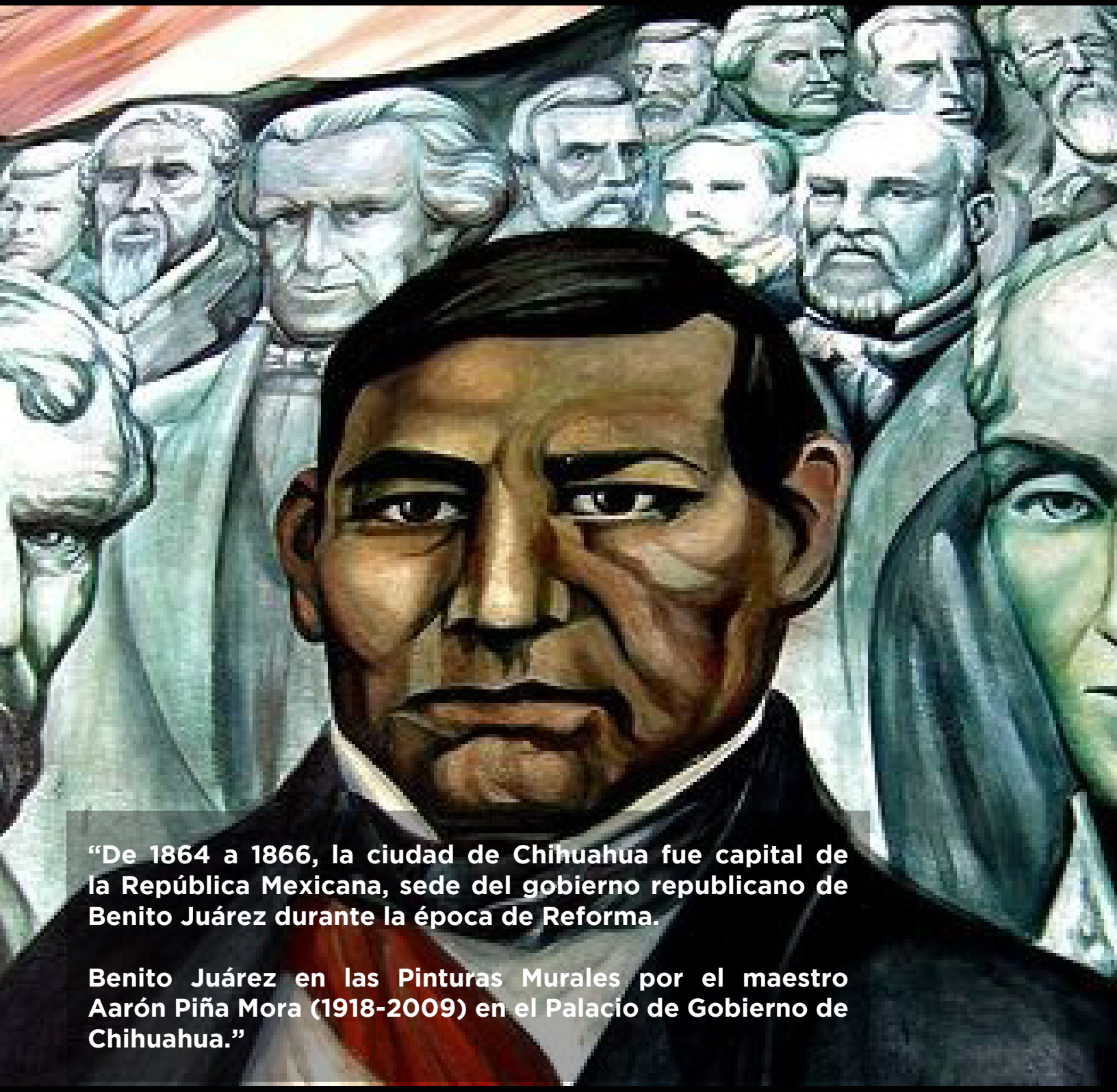
Referencias

Cisco. (2020). Cisco Annual Internet Report (2018-2023). San Francisco: Cisco Systems.

INEGI. (2021, Febrero 17). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019. Retrieved from Instituto Nacional de Estadistica, Geografía e Informatica: https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/

PurpleSec. (2021, Febrero 17). 2020 Cyber Security Statistics. Retrieved from PurpleSec Cybersecurity Statistics: https://purplesec.us/resources/cyber-security-statistics/

Mural de Palacio de Gobierno de Chihuahua



“De 1864 a 1866, la ciudad de Chihuahua fue capital de la República Mexicana, sede del gobierno republicano de Benito Juárez durante la época de Reforma.

Benito Juárez en las Pinturas Murales por el maestro Aarón Piña Mora (1918-2009) en el Palacio de Gobierno de Chihuahua.”

Chihuahua
GOBIERNO DEL ESTADO

SECRETARÍA
DE INNOVACIÓN
Y DESARROLLO ECONÓMICO

INSTITUTO
DE INNOVACIÓN
Y COMPETITIVIDAD