

La agricultura y la educación agrícola superior mexicanas en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial

Eugenio Eliseo Santacruz De León
Víctor Herminio Palacio Muñoz
Universidad Autónoma Chapingo
Alfonso Vargas López
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

Los objetivos del presente artículo son: 1) realizar una discusión sobre las implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) en la agricultura y la educación agrícola superior mexicanas, 2) ubicar las implicaciones tecnológicas y educativas de la misma y 3) sugerir posibles líneas de acción para quienes toman decisiones en las dependencias gubernamentales y en las instituciones de educación agrícola y de investigación orientadas al sector agrícola. Los diversos actores productivos e institucionales del sector agrícola deben considerar los posibles impactos de la 4RI. Esta revolución significa un conjunto de retos para la educación agrícola superior, entre ellos, la necesidad de adecuar los planes y programas de estudio, así como desarrollar proyectos de investigación pertinentes según las demandas de las empresas que adopten acciones en el contexto de la misma.

Palabras clave

Agricultura de precisión, Cuarta Revolución Industrial, Internet de las Cosas, Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Mexican agriculture and higher agricultural education in the context of the Fourth Industrial Revolution

Abstract

The objectives of this article are: 1) to discuss the implications of the Fourth Industrial Revolution (FIR) in agriculture and higher Mexican agricultural education, 2) to find its technological and educational implications, and 3) to suggest possible lines of action for decision makers in government agencies and in agricultural education and research institutions oriented towards the agricultural sector. The various productive and institutional actors of the agricultural sector must take into consideration the possible impacts of the FIR. This Revolution means a set of challenges for higher agricultural education, such as adapting plans and study programs and research projects relevant to the demands of companies that adopt actions in this context.

Keywords

Precision Agriculture, Fourth Industrial Revolution, Internet of Things, Information and Communication Technologies.

Recibido: 13/06/2019

Aceptado: 22/10/2019

Introducción

El mundo está experimentando un cambio de época. Como en otros momentos de la historia planetaria, dichos cambios son producto de transformaciones tecnológicas en los modos de producción y en el mundo del trabajo (Dirksen, 2019). Las grandes modificaciones socioeconómicas, también conocidas como revoluciones industriales, han tenido como base el descubrimiento de nuevas formas de energía y nuevos medios de comunicación (Rifkin, 2015; Rifkin et al., 2010). La primera desempeña un papel importante en el proceso evolutivo humano, de tal modo que las culturas o sociedades humanas pueden considerarse como organizaciones o formas de energía (White, 1943; Pacheco Florez, Melo Poveda, 2015). Es por ello que Gómez (2010) afirma: “Lo que más nítidamente nos diferencia del resto de especies animales es nuestra capacidad de usar energía externa a [sic] nuestro propio metabolismo biológico para alimentar funciones sociales”. (p. 160)

Cada una de las denominadas revoluciones industriales se expresa en una matriz que articula energía-comunicación-información-transporte. Esto es el resultado de una nueva manera de aprovechar o manejar la energía existente y de expresarla en nuevos medios de comunicación/información, de transporte humano y del acarreo de la producción (cuadro 1).

Es importante tener en consideración dos cuestiones. En primer lugar, la existencia de otras revoluciones que en *stricto sensu* no se podrían llamar revoluciones industriales, por ejemplo, la revolución neolítica o la revolución agrícola. En segundo lugar, la presencia de controversias sobre la periodización de las revoluciones industriales. Por ejemplo, la llamada “Tercera Revolución Industrial”, denominada además “Revolución científico-tecnológica (RCT)”, “Revolución de la Inteligencia (RI)”, es una propuesta de Jeremy Rifkin, aprobada en 2007 por el Parlamento Europeo en una declaración formal (Rifkin et al. 2010). Otro caso es la

Cuadro 1. Revoluciones industriales y su matriz energía-comunicación-transporte.

Revolución	Año	Energía	Comunicación/Información/Transporte
Primera	1784	Carbón/vapor de agua	Ferrocarril/barcos de vapor
Segunda	1870	Electricidad/petróleo	Automóvil/telégrafo/teléfono/avión
Tercera (Revolución científico-tecnológica)	1969	Energía nuclear/fisión nuclear	Tecnología de la Información/internet/satélites. Automóvil, avión.
Cuarta (Industria 4.0)	2016	Hidrógeno/energía solar	Vehículo eléctrico. Sistemas ciberfísicos. Sistema de red eléctrica inteligente, automóvil autónomo, robótica, domótica.

Fuente: elaboración propia, a partir de Rifkin (2015), Rifkin et al (2010) y Schwab (2015).

denominada “Cuarta Revolución Industrial” o “Industria 4.0” por Klaus Schwab, en 2015, en el World Economic Forum de Davos.

Rifkin y Schwab observan el proceso de la siguiente manera: Schwab (2015) arguye tres razones para sostener que estamos ante una cuarta revolución: 1) la velocidad, el alcance y el impacto de los sistemas; 2) perturba a casi todas las industrias en todos los países (incluida la agricultura industrial); y 3) la transformación de sistemas completos de producción, gestión y gobierno. Rifkin toma en consideración estos elementos, pero agrega un factor clave: la energía y su fusión con la tecnología de la internet (2011).

Los objetivos de este artículo son: 1) discutir de manera sucinta las implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) o Industria 4.0 en la agricultura y la educación agrícola superior mexicanas, particularmente respecto a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC); 2) hacer visibles sus implicaciones tecnológicas y educativas; 3) proponer posibles acciones estratégicas a quienes toman decisiones en las dependencias gubernamentales, en las instituciones de educación agrícola y en las de investigación orientadas a este sector.

El texto está estructurado en cuatro partes. En la primera, se describen algunas características de la agricultura mexicana, para contextualizar los retos que para ella le significa la Cuarta Revolución Industrial. La segunda parte enmarca algunas acciones que la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) ha desarrollado en el marco de la 4RI. El tercer apartado se enfoca en presentar de manera breve las acciones emprendidas respecto al uso de las TIC en la Universidad Autónoma Chapingo. Cierra el texto con una reflexión puntual sobre algunas líneas de acción que tienen los funcionarios de la Sader y de la Universidad Autónoma Chapingo a cargo de tomar decisiones ante la denominada 4.0.

Estrategia metodológica

Con el fin de lograr los objetivos antes planteados se realizaron las siguientes acciones: a) una amplia revisión de la literatura sobre la Cuarta Revolución Industrial, con el fin de tener claridad sobre sus impactos e implicaciones; b) la identificación de bases de datos (Encuesta Nacional Agropecuaria aplicadas en 2015 y 2017) y de la literatura científica sobre el uso de las TIC, tanto en las actividades agrícolas como en las de enseñanza-aprendizaje de las Instituciones de Educación Agrícola Superior (IEAS); c) la revisión de la página *web* “Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025” y el micrositio “Unidad de Planeación, Organización y Métodos de la Universidad Autónoma Chapingo”, para identificar lo referente al uso de las TIC; d) se examinaron los planes y programas de estudio de la carrera de Ingeniería Agrícola, para identificar

el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje; y, por último, e) en el caso de la Sader, se examinaron y analizaron las acciones que realiza el área enfocada en el impulso de las TIC en el sector agropecuario.

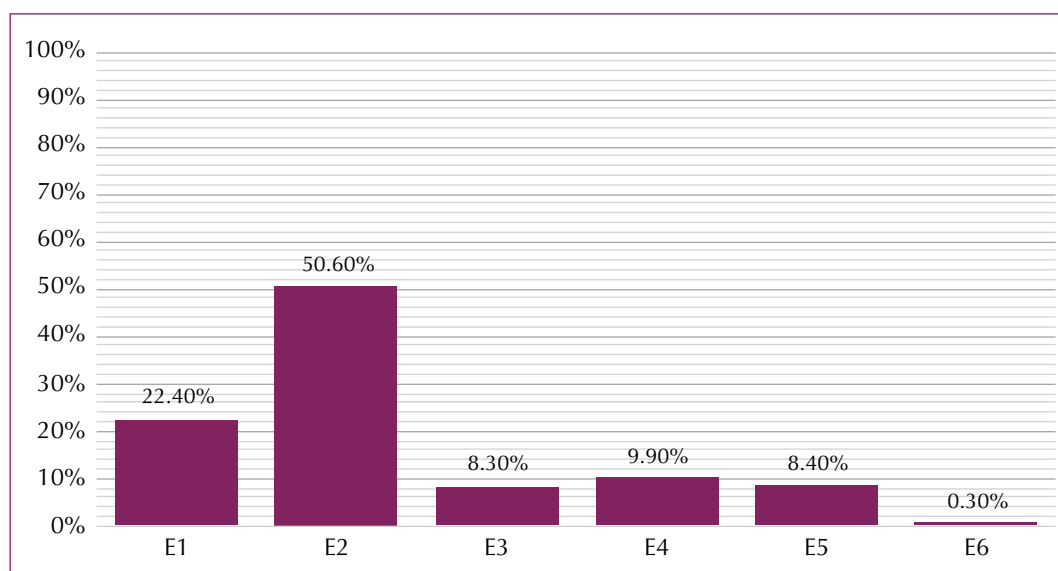
La agricultura mexicana

México tiene una extensión territorial de 198 millones de hectáreas, de las cuales 145 se dedican a actividades agropecuarias; aproximadamente 30 millones se destinan a la agricultura, mientras que 115 son agostaderos; los bosques y selvas abarcan 45.5 millones de hectáreas.

Si sólo se hace referencia a las labores del campo, el PIB es de 4%; pero si se incluye la agroindustria, alcanza 9%. La agricultura es una de las actividades primordiales en el medio rural, donde habita 25% de la población nacional en pequeñas localidades rurales. Esto constituye alrededor de 24 millones de personas (FAO, 2018).

Algunas de las características del sector son: la población rural ha envejecido; los jóvenes rurales no tienen tierras; la feminización del campo indica que las mujeres poseen 18% de los terrenos agrícolas, en comparación con 1% de hace 30 años (FAO, 2018); existen 5.4 millones de unidades económicas rurales (UER) que evidencian una heterogeneidad estructural, según los criterios de la Sagarpa y de la FAO, con base en el valor de las ventas (figura 1). Los estratos son los siguientes: el estrato 1 tiene 1 192 029 de UER, las cuales no tienen ningún vínculo con el mercado; sus ventas consisten en “excedentes no planeados” y, por ser unidades de autoconsumo, no lo consideran relevante. El estrato 2 está constituido por UER familiares de subsistencia vinculadas al mercado y está constituido por 2 696 735 de unidades, con un ingreso promedio por ventas de 17 205 pesos. El tercer estrato está compuesto por las UER en transición y suma 442 370 unidades, con ventas por 73 931 pesos. El estrato 4, denominado “Empresarial con rentabilidad frágil”, está compuesto por 448 101 UER, las cuales tienen un ingreso promedio de 151 958 pesos. El quinto estrato, “Empresarial pujante”, lo conforman 448 101 UER, que tienen un ingreso por ventas de 562 433 pesos. Finalmente, el estrato 6, “Empresarial dinámico”, agrupa 17 633 UER, y cuenta con un ingreso por ventas promedio de 11 700 000 pesos (Sagarpa-FAO, 2014).

La heterogeneidad está marcada por la diferenciación de las extensiones promedio de las UER, por el acceso a los insumos (fertilizantes y agua, entre otros) y a la tecnología. Por ejemplo, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017 (ENA, 2017), 21% de la superficie agrícola (6 810 762 hectáreas) cuenta con riego, la mayor proporción de riego rodado (70.8%);

Figura 1. Los estratos de las UER en el sector rural y pesquero (2015).

Fuente: elaborada con base en Sagarpa-FAO (2015).

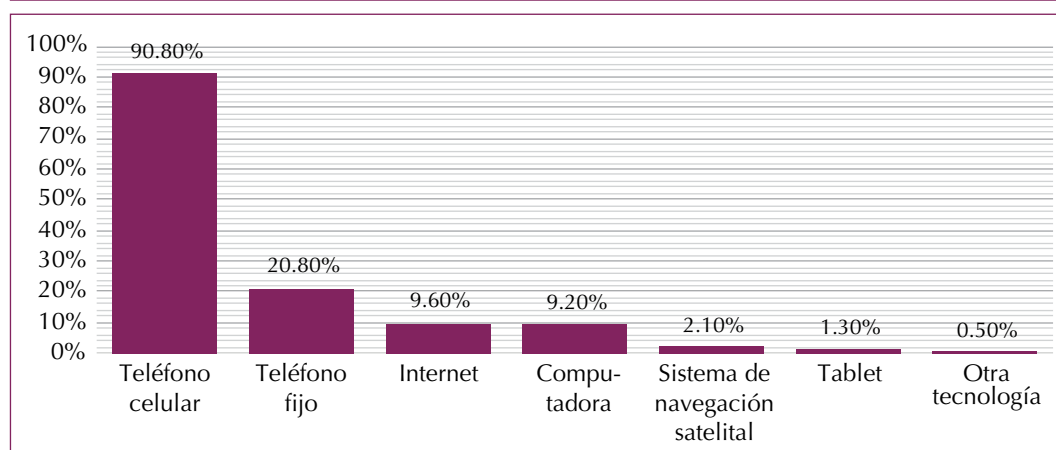
mientras que el resto usa riego por microaspersión, aspersión, goteo y en tiempo real. En cuanto al uso de tractores, la ENA (2017) muestra que 44.3% de dicha maquinaria tiene más de 15 años; y 12.1% más de 10 años, es decir, un parque vehicular bastante viejo.

En lo que respecta al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la ENA (2017) señala que 33.4% de las unidades de producción utilizan alguna TIC, lo que representó un incremento de 12% respecto a la ENA 2014, como se ilustra en la figura 2, donde se puede observar que el mayor porcentaje de las unidades usa el teléfono celular; mientras que las demás participan en proporciones relativamente bajas de internet y equipo de cómputo.

Desafortunadamente, el módulo de preguntas sobre el uso de las TIC en la ENA es bastante restringido, y no indaga sobre el uso de otro tipo de TIC, como, por ejemplo, drones, tractores autónomos y robots; o bien, pregunta con mayor especificidad sobre el uso particular de las TIC enlistadas en dicho módulo. Por tanto, sería pertinente preguntar si el uso del teléfono celular fue para algún asunto relativo a la unidad de producción y, también, si se utilizó alguna aplicación (*app*). Éste es un aspecto susceptible de mejora en la siguiente encuesta, tanto en este como en otros módulos.

Con un enfoque de cadena de valor, Rodríguez-Lemus, Valencia-Pérez y Peña-Aguilar (2018) analizan el impacto de las Tecnologías de la Información (TI) en la agricultura protegida y

Figura 2. Tecnologías de la Información y Comunicación usadas por Unidades de Producción Rural (2017).



Fuente: elaborada con información de la ENA (2017).

sostienen que la existencia y el uso de estas tecnologías contribuye a disminuir costos y confiere rapidez al acceso de información. El uso de las TI, expresadas en portales y sitios web, permite que los productores accedan a información relevante del sector (proveedores de insumos, directorio de importadores y exportadores, información sobre inocuidad, plagas y enfermedades).

La agricultura mexicana en el contexto de la 4.0

En el marco técnico-productivo existen otros actores involucrados que son relevantes para el sector agropecuario. En este apartado se van a abordar dos de ellos: la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader, antes Sagarpa) y los técnicos de campo, específicamente los denominados Prestadores de Servicios Profesionales (PSP).

En lo que respecta a la Sader, tiene un área que impulsa “el uso de la tecnología a través de aplicaciones para dispositivos móviles que facilitan el acceso a la información del sector” (Sader s/f), denominada Apps Sader, la cual ha desarrollado tres aplicaciones: Mercados, Apoyo y Produce. Dado que no es el propósito del presente texto analizar cada una de ellas, solamente desarrollaremos algunos aspectos respecto a la primera. De ésta, la propia Sader señala que “es una herramienta que proporciona un servicio global a los productores Agrícolas, Pecuarios y Pesqueros para comercializar sus productos en mercados nacionales e internacionales y que, a su vez, permita a los usuarios interesados en estos productos realizar trato directo con los productores, sin intermediarios” (Apps Sader s/f). La aplicación busca generar

beneficios para los productores al acceder a información pertinente de directorios de productores, agencias certificadoras, directorio de compradores y demás. Aunado a lo anterior, en actualizaciones recientes se han incorporado módulos sobre precios y ofertas relámpago. Sin duda éste es un esfuerzo importante, pero se enfrenta a varios retos, como la cobertura de la telefonía celular. En México, cerca de 20 millones de habitantes no tiene acceso al servicio de telefonía celular, lo cual se traduce en que 16 % de la población total carece del servicio; 78 % de las personas mayores de seis años residentes en zonas urbanas cuenta con este servicio, en tanto que solamente 54 % de esta población residente en áreas rurales tiene el servicio de telefonía celular (IFT, 2018). La brecha es muy amplia, y un porcentaje aún no determinado son habitantes rurales pobres, probablemente productores agrícolas.

Ahora bien, en lo que respecta al segundo actor, los técnicos extensionistas, también llamados Prestadores de Servicios Profesionales (PSP), se han realizado escasas investigaciones sobre el uso de las TIC. González et al (2015) realizaron un análisis de su utilización en el extensionismo agrícola en el “Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)” desarrollado conjuntamente por la Sagarpa y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT). Los hallazgos del estudio no se diferencian sustancialmente en lo que reporta la ENA (2017) para el uso de las TIC por los productores.

El uso de las TIC reportado por González y coautores es muy básico; se centra en el uso de la paquetería (*software*); la conexión vía Whatsapp, Twitter y Skype; y la búsqueda de información general y de precios agrícolas. Autores como Santiago y colaboradores (2015) consideran que el uso de las TIC contribuye a incrementar la productividad y competitividad de las empresas del sector agropecuario al facilitar a los productores el acceso a los mercados.

Cuadro 2. Las TIC utilizadas por los técnicos en el programa MasAgro.

TIC utilizada	% de asesores técnicos que la utilizan
Teléfono celular	90
Teléfono fijo	70
Smartphone	15
Computadora de escritorio	61
Computadora portátil	39

Fuente: González et al. (2015).

La educación superior, la investigación agrícola y la 4.0

La educación superior y la investigación agrícola en México tienen una dilatada experiencia, el desenvolvimiento de las Instituciones de Educación Agrícola Superior y de Investigación (IEAS) es diverso y por momentos se entrecruzan. La 4RI tiene impactos significativos en los más diversos sectores de la economía, la educación y la investigación agrícola. Los aspectos relativos a la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales y el almacenamiento de energía, entre otros, demandan cambios en los arreglos institucionales y curriculares de las IEAS, tanto en el campo del desarrollo tecnológico como en el de la aplicación cotidiana. De acuerdo con Schwab (2015), las “posibilidades de millones de personas conectadas por dispositivos móviles, con una capacidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento y acceso al conocimiento sin precedentes, son ilimitadas”. (p. 2)

El desempeño de las IEAS en el ámbito de las tecnologías asociadas es variable. Según Huffman y Victorino (2014):

Una de las reformas más importantes previstas para los futuros posibles de las EAS es el cambio de paradigmas en tecnociencia para la estructuración formal y procesual-práctica de los planes de estudio. La investigación científica (IC) y la investigación tecnológica (IT), como procesos de generar conocimientos especializados y de producir e innovar prácticas respectivamente, se gestan en las EAS como productos sociales que obedecen a su organización y estructura, así como a la condición de actores educativos. (p. 293)

El uso y la aplicación de las TIC en la educación han transformado la visión que se tiene de la educación presencial y a distancia. Esto ha inducido a las universidades a interesarse en el desarrollo de programas educativos, de capacitación y actualización (Victorino, 2008). Collins (1999) sostiene que existen tres razones fundamentales por las cuales las IES deben aprovechar las TIC: a) para generar procesos de aprendizaje orientados al aprendiz, es decir, un proceso de autoaprendizaje; b) la diversidad de la población que accede a la educación superior (un considerable número de estudiantes trabaja y estudia); y c) la flexibilización de los programas de enseñanza. Aunado a ello se puede conjeturar que se presenta como una ventana de oportunidad el hecho de que la mayoría de los jóvenes quienes acceden a la educación superior son nativos digitales y, como obstáculo, el que un considerable número de docentes sean migrantes digitales.

El uso de las TIC puede coadyuvar a descentrar el modelo de aprendizaje hasta hoy institucionalizado, anclado en la enseñanza, transitando hacia el aprendizaje, con la posibilidad de que

sea mayormente autoaprendizaje, con lo cual se rompería con la heteroevaluación, la adopción de la autoevaluación y la coevaluación. La existencia de amplias bases de datos de información científica, como el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (Conricyt) y los repositorios institucionales coadyuvan a un mayor acceso a la información y a la gestión de procesos de autoaprendizaje.

La Universidad Autónoma Chapingo y el uso de las TIC

Se puede afirmar que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la actual Universidad Autónoma Chapingo tiene sus antecedentes en la fundación del Centro de Estadística y Cálculo (CEC) del Colegio de Posgraduados (Colpos) de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA). En 1974 la ENA se transforma en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), que mantiene el “Posgrado de Socioeconomía, Estadística y Cálculo”, actualmente denominado de “Cómputo Aplicado”. Hasta finales de la década de 1980, el CEC prestó su apoyo para el manejo de grandes bases de datos. A principios de la década de 1990, las TIC se expresaron en el uso de computadoras personales y se multiplicaron en el campus de la UACH. Desde la separación del Colpos de la UACH, y con él la separación del CEC, pasaron 13 años para que en la UACH se conformara nuevamente una estructura similar, expresada en el actual Centro de Cómputo Universitario (UACH, 2010).

Actualmente, el Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025 (PDI 2009-2025), considerando el importante avance en el campo de las TIC, incluyó el “Programa 19”, denominado “Fortalecimiento de los recursos y mecanismos para la innovación educativa”. En dicho programa se establece la Estrategia 2, que tiene como propósito “Implementar el uso de las Tecnologías de la Comunicación y capacitar al personal académico y alumnado para su uso”. (p. 159) Sin embargo, se puede considerar que las acciones realizadas son insuficientes, dado el potencial de talento humano con el que cuenta la UACH y las necesidades y demandas de la sociedad (UACH, 2009).

Aún no se ha diagnosticado el uso de las TIC en la UACH, pero se han realizado esfuerzos básicos para impulsar el uso de las mismas entre profesores, estudiantes y trabajadores administrativos. Soca y Chaviano (2017) han estudiado el uso de las TIC en la carrera de Ingeniería en Mecánica Agrícola de la UACH con interesantes hallazgos: el incremento en el uso de las TIC; la expresión de dicho incremento en un mayor uso de fuentes de información; se ha propiciado la adquisición de conocimientos y habilidades cognitivas; y se ha desarrollado un mayor trabajo colaborativo mediante foros y salones de charla. A falta de poder precisar de

manera cuantitativa estos hallazgos, se pueden generalizar al común de la población estudiantil.

Ahora bien, mediante una relación básica con las TIC, pero vinculada profundamente con los avances tecnológicos producto de la 4.0 (por ejemplo, mecatrónica, inteligencia artificial, estructura de datos y algoritmos), a partir del ciclo escolar 2017-2018 se dio inicio a la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, la cual tiene como propósito “Formar recursos humanos competentes en el campo de la Mecatrónica Agrícola, sustentado en la gestión del conocimiento a través de la optimización del capital intelectual y de las herramientas de la gestión tecnológica sostenible que, unido a un sólido sistema de valores y actitudes pertinentes, garantiza que los egresados poseen los conocimientos y habilidades para que resuelvan problemas de su profesión, participando activamente en el desarrollo humano sostenible, con calidad ambiental” (UACH s/f). Desde la perspectiva de su relación con la Industria 4.0, este programa puede ser objeto de un análisis particularizado, el cual por cuestiones de espacio no se aborda aquí.

Reflexión final: quienes toman decisiones ante los retos de la Cuarta Revolución Industrial

La Cuarta Revolución Industrial avanza velozmente y sorprende a quienes toman decisiones en el sector gubernamental y de educación superior (particularmente la UACH), debido a que están poco acostumbrados a la innovación tecnológica.

La 4RI está generando todo un reto para las IES agropecuarias. Éstas no han realizado estudios prospectivos que les permitan ubicar las necesidades básicas del sector relativas a las aplicaciones de las TIC en el ámbito del proceso de la enseñanza-aprendizaje, pues siguen usando métodos de enseñanza tradicionales. Sin embargo, esto les permitiría generar habilidades en sus egresados para que las apliquen en su desempeño profesional. Responder a este reto implica formar a sus profesores/investigadores en la gestión y el uso de las TIC. Desafortunadamente, casi no se han dado pasos en este sentido.

Consideramos que, en el corto plazo, los tomadores de decisión y el área de planeación de la UACH deben realizar un análisis prospectivo para identificar las áreas de oportunidad de la aplicación de las TIC en el proceso de aprendizaje; y establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas que tengan destacados avances en el uso de las TIC en la enseñanza.

En el nivel gubernamental, los esfuerzos por democratizar el uso de la comunicación vía telefonía celular y el uso de la internet adolecen de astringencia presupuestal y de acciones para resolver los problemas tecnológicos. Es, por tanto, urgente impulsar la conectividad del sector productivo agrícola.

Las Instituciones de Educación Agrícola Superior (analizadas parcialmente mediante el caso de la Universidad Autónoma Chapingo) no han realizado un análisis estratégico de la importancia de usar las TIC en el aspecto educativo (proceso de enseñanza-aprendizaje, educación virtual, etcétera) de las carreras que imparten, ni han llevado a cabo acciones de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para generalizar la información y el conocimiento científico que se genera en ellas. Es urgente que, en conjunto la UACH, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el Colegio Superior de Agricultura de Guerrero y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, diseñen un plan de acción que les permita enfrentar los retos derivados de la Cuarta Revolución Industrial.

Las IEAS deben realizar esfuerzos ingentes para actualizar a su planta docente de modo que puedan usar las TIC en el proceso de enseñanza y abandonar la clase tradicional expositiva. El hecho de que la mayoría de los profesores sean migrantes digitales es un serio obstáculo para adoptar plenamente las TIC. Profundizar en el análisis de este obstáculo es una tarea pendiente para las IEAS.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Collins, B. (1999). *Tecnología de la información en la educación*. Barcelona, ES: Universidad de Barcelona.
- Dirksen, U. (2019). Trabajo del futuro y futuro del trabajo. Por una transición progresista. *Nueva Sociedad*, 279 (enero-febrero), 62-72. Recuperado de: https://nuso.org/media/articles/downloads/3.TC_Dirksen_279.pdf
- FAO (2018). *México rural del siglo XXI*. Ciudad de México: FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i9548es/I9548ES.pdf>
- Gómez, R.P. (2010). La Re-evolución de la energía. En J. L. García Delgado y J. C. Jiménez (Eds.), *El sector energético ante un nuevo escenario* (pp. 159-188). Madrid, ES: Comisión Nacional de la Energía/CIVITAS/Thomson Reuters.
- González Tena, P.A., Rendón Medel, R., Sangerman Jarquín, D.M., Cruz Castillo, J.G., y Díaz José, J. (2015). Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 175-186. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remex-ca/v6n1/v6n1a15.pdf>
- Huffman D.P. y Victorino L. (2014). La educación agrícola superior y su reestructuración curricular hacia el futuro. En Victorino, R.L. y Díaz Sánchez, S. (Eds.), *Educación agrícola superior: cambio de época* (pp. 283-324). CDMX, MX: H. Cámara de Dipu-

- tados. LXII Legislatura-Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.
- INEGI (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria. Aguascalientes, México. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2018). Anuario Estadístico 2018. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido-general/estadisticas/anuarioacc.pdf>
- Pacheco Florez, M. y Melo Poveda Y.E. (2015). Recursos naturales y energía. Antecedentes históricos y su papel en la evolución de la sociedad y la teoría económica. *Energética* 45, junio, 107-115. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/65197/1/45298-252689-1-PB.pdf>
- Rifkin, J. (2011). La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo. Barcelona, ES: Paidós .
- Rifkin, J., Easley, N., Skip Laitnerm J.A. et al. (2010). *Utrecht roadmap to a third industrial revolution*. Province of Utrecht and Office of Jeremy Rifkin. Recuperado de: [http://www.utrecht2040.nl/userfiles/files/Algemeen%20Adviesrapport%20Jeremy%20Rifkin\(1\).pdf](http://www.utrecht2040.nl/userfiles/files/Algemeen%20Adviesrapport%20Jeremy%20Rifkin(1).pdf)
- Rifkin, J. (2015). *La sociedad de costo marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Ciudad de México, MX: Paidós.
- Rodríguez Lemus, C., Valencia Pérez, L.R. y Peña Aguilar, J. M. (2018). Aplicación de las TI's a la Cadena de Valor Agrícola para Productores de Agricultura Protegida. *Tecnología en Marcha*, 31,1, enero-marzo, 178-189. DOI: 10.18845/tm.v31i1.3507
- Sader (s/f). *Apps Sader*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/apps-sagarpa-120584>
- Sagarpa-FAO. (2015). Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-bc980s.pdf>
- Santiago M.L., Zapata P.R. y Martínez, M.G. (2015). Adopción y uso de las TICS en el sector productivo agrícola como sistemas promotores de la competitividad. Milenio. Recuperado de: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/adopcion-tics-sector-productivo-agricola-sistemas-promotores-competitividad>
- Secretaría de Economía (2016). Crafting the future. A roadmap for industry 4.0 in México. Secretaría de Economía-AMITI. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <https://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/industry-4.0-mexico.pdf>
- Schwab, K. (2015). The fourth industrial revolution. What It Means and How to Respond. En Gideon, R. (Ed.), *The Fourth Industrial Revolution: A Davos Reader* (pp. 1-8). *Foreign Affairs*. Disponible en: http://www.inovasyon.org/pdf/WorldEconomicForum_TheFourthIndustrialRev.2016.pdf
- Soca Cabrera, J.R. y Chaviano Rodríguez, N.R. (2017). El uso de las TIC para el aprendizaje en Ingeniería Mecánica Agrícola: caso UACH, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), 78-85. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n1/rcta10117.pdf>
- Universidad Autónoma Chapingo (2010). *Manual de Organización del Centro de Computo Universitario*. Chapingo, Edomex: Unidad de Planeación, Organización y Métodos. Recuperado de: http://upom.chapingo.mx/Descargas/manuales_organizacion/mo_centro_computo_universitario.pdf
- Universidad Autónoma Chapingo (2009). *Plan de Desarrollo Institucional 2009-2015*. Chapingo, Edomex: Unidad de Planeación, Organización y Métodos. Recuperado de: <http://upom.chapingo.mx/Descargas/Plan.de.desarrollo.2009.2015.pdf>
- Universidad Autónoma Chapingo. (S/f). *Ingeniería Mecatrónica Agrícola*. Chapingo, Edomex. Recuperado de: <http://dima.chapingo.mx/ingenieria-mecatronica-agricola/>

- White, L. (1943). Energy and the evolution of culture. *American Anthropologist. New Series*, 45(3), 335-356. Recuperado de: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/99636/aa.1943.45.3.02a00010.pdf?sequence=1>
- Victorino Ramírez, L. (2008). El nuevo paradigma de la educación superior a distancia. Algunos criterios de calidad para el porvenir. *Revista de Geografía Agrícola*, 40, 73-89. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75711534007>