



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Desarrollo de habilidades digitales en el proceso de difusión de la Agricultura 4.0

Lourdes Mateos Espejel

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
marialourdesesther.mateos@upaep.mx

Área temática 11. Educación superior y ciencia, tecnología e innovación.

Línea temática: Mecanismos y procesos de difusión, divulgación, vinculación científica y usos del conocimiento científico en diversos escenarios (comunidades, empresas, escuelas, etcétera).

Tipo de ponencia: Aportaciones teóricas.



Resumen

El objetivo del presente documento es reconceptualizar el modelo de adopción de innovaciones propuesto por Rogers (2003) al considerar a las habilidades digitales como elementos del proceso de difusión de innovaciones de tecnologías pertenecientes a la Agricultura 4.0 como la Inteligencia Artificial y la Agricultura de Precisión por parte de agricultores que viven en países en desarrollo. Se considera a este tipo de países por la prominencia de las tecnologías mencionadas en países desarrollados y por la desventaja que genera para los países en desarrollo. Si bien la investigación (Bolfé et al, 2020) ha demostrado que los agricultores de países en desarrollo emplean tecnologías como el internet o aplicaciones móviles, el uso de tecnologías pertenecientes a la Agricultura 4.0 es muy bajo, tanto por la falta o básica estructura de Tecnologías de Información, como por desconocimiento. Y, aunque las limitantes existen, iniciar desde la parte teórica es un primer paso. De esta forma, la metodología empleada consiste en una revisión integradora de la literatura, en la se identifica un marco conceptual de los conceptos base, se desarrolla una revisión crítica de los conceptos base y se construye una nueva perspectiva a partir de lo previamente establecido. El resultado y principal contribución es la reconceptualización del modelo de adopción de innovaciones de Rogers (2003) que incorpora el desarrollo de habilidades digitales en la primera etapa del modelo, correspondiente al conocimiento de la innovación; es decir, el momento en que una persona aprende acerca de la innovación y busca información sobre la misma.

Palabras clave: agricultura 4.0, difusión de innovaciones, inteligencia artificial, agricultura de precisión.

Introducción

El sector de la agricultura a nivel mundial enfrenta múltiples retos, uno de ellos es el rápido crecimiento de la población. El Departamento para los Asuntos Económicos y Sociales Organización de las Naciones Unidas (2019) proyecta que para el año 2050 la cifra de habitantes ascenderá 8 mil 500 millones, lo que significa un crecimiento significativo de la demanda de alimentos. Al mismo tiempo, la disponibilidad de los recursos naturales, como el agua, y la productividad de los cultivos actualmente disminuye constantemente. Aunado a esto, existen 821 millones de personas que sufren de hambre (FAO, 2010).

De esta forma, la agricultura es un sector fundamental para enfrentar los retos mencionados, que ha vivido una revolución digital, sobre todo en los países desarrollados. Esta revolución también llamada Agricultura 4.0, integra robots, sensores, satélites, datos masivos, cadenas en bloque o *blockchains* en idioma inglés (Grupo ETC, 2019), además de conducir a la creación de sistemas altamente productivos, que anticipan y se adaptan a los cambios que ocasiona el cambio climático, aspecto que contribuye a la seguridad alimentaria, sustentabilidad y estabilidad del ingreso (Trendovov et al, 2019).

Aunque pareciera que la Agricultura 4.0 únicamente trae consigo beneficios, existen perspectivas encontradas que indican que la revolución digital puede desaparecer a las redes campesinas (Grupo ETC, 2019), así como la posible transformación de la agricultura en comunidades ancestrales, con un arraigo muy fuerte a la tierra y una visión del planeta como un ser vivo (Revista de Innovación Educativa, 2020). La Editorial de la revista indexada Innovación Educativa (2020) advierte que el sector de la agricultura en los países desarrollados será impactado de manera contundente por la digitalización de procesos productivos y cadenas de valor a cargo de corporativos internacionales de la agroindustria en áreas como

“preparación de las tierras de cultivo, la programación genética de semillas, la maquinaria robotizada de cultivo, el monitoreo en línea de su crecimiento y cosecha, la reacción de los vegetales al entorno ecológico y ambiental, hasta su distribución y consumo, desde una perspectiva capitalista mundial (p.6).

Ante este contexto, resulta fundamental iniciar la discusión teórica sobre las oportunidades que existen para los pequeños agricultores frente al avance de la Agricultura 4.0. Por esta razón, el presente trabajo se inserta en los estudios de adopción de innovaciones de tecnologías pertenecientes a la Agricultura 4.0, como la Inteligencia Artificial- IA como abreviatura y la Agricultura de Precisión- AP como abreviatura. La intención es iniciar un camino desde la teoría para afrontar la realidad digital que el campo y sobre todo los pequeños productores están por vivir.

De esta forma, la hipótesis de trabajo parte de la necesidad de iniciar la gestión del proceso de adopción de tecnologías pertenecientes a la Agricultura 4.0, tales como como la IA y la AP, a partir del desarrollo de las habilidades digitales en los agricultores. Si bien existen limitantes como el acceso a internet, falta de

infraestructura de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) e incluso bajos niveles educativos en el sector rural, es preponderante iniciar una discusión teórica que brinde un horizonte para los pequeños productores, quienes están viviendo la inminente proliferación de la Agricultura 4.0 en sus tierras

De esta forma, el objetivo es reconceptualizar el modelo de adopción de innovaciones propuesto por Rogers (2003) a través de integrar al desarrollo de las habilidades digitales como un elemento esencial del proceso de difusión de innovaciones de tecnologías pertenecientes a la Agricultura 4.0, tales como la IA y la AP por parte de agricultores que viven en países en desarrollo, lo cual representa la principal contribución de este trabajo a la literatura existente.

El trabajo está dividido en cinco apartados, el primero aborda las consideraciones metodológicas que rigen la estructura y bases del análisis a seguir, el segundo abarca el marco teórico de los conceptos empleados, el tercero incorpora el análisis crítico de los conceptos, el cuarto la propuesta teórica, el quinto las conclusiones y futuras investigaciones.

1. Consideraciones Metodológicas

La metodología empleada es una revisión integradora de la literatura, la cual es una forma distintiva de investigación que genera nuevo conocimiento acerca de un tema, debido a que revisa, critica y sintetiza la literatura más representativa sobre el mismo (Snyder, 2019, 335 y 336). De tal forma, es posible construir nuevas perspectivas y reconceptualizar temas que previamente habían sido abordados (Guirao, 2015, Torrance, 2016, Wittermore y Knafl, 2005)

Los pasos para llevar a cabo este trabajo se basaron en una investigación exploratoria que condujera en principio a identificar el marco conceptual de la AI, AP y Proceso de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003). Cumpliendo así, el punto sobre las visiones generales sobre los conocimientos base, el cual es necesario en la metodología de la revisión integradora de la literatura. El segundo paso consistió en establecer la relación conceptual entre el Proceso de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003) y la IA y AP. Aspecto que cumple con el segundo paso de la metodología propuesta, respecto a desarrollar una revisión crítica.

Una vez determinada la revisión crítica, se procedió a reconceptualizar el modelo de Rogers (2003) al integrar las habilidades digitales dentro de la primera etapa del proceso de difusión, correspondiente al conocimiento de la innovación. Este procedimiento conduce a cumplir con el último paso de la metodología propuesta referente a construir nuevas perspectivas sobre lo previamente establecido, ya que en la literatura ha sido escasamente abordada esta relación, lo que conduce a generar conclusiones que reconceptualizan a la agricultura de precisión desde el proceso de adopción.

Para asegurar el rigor de la metodología antes descrito, a continuación, se explica de manera detallada el establecimiento de la muestra, los términos y bases de datos empleadas, así como el criterio de inclusión y exclusión para determinar las fuentes primarias relevantes (Wittermore y Kanfl, 2005: 549).

El objetivo de la fase de muestro de este estudio consistió en identificar investigaciones empíricas y teóricas publicadas sobre los conceptos sobre Agricultura de Precisión y Adopción de Innovaciones. Varias técnicas se emplearon para identificar investigaciones relevantes. En primer lugar, se realizó la búsqueda de las palabras clave Agricultura de Precisión y Adopción de Innovaciones en las bases de datos Emerald publishing, Sage, Science Direct, Springer, y Taylor Francis. Sólo se consideraron artículos y libros que incluyeran en el título las palabras claves mencionadas de 2015 a 2020.

En principio se encontraron 46,816 documentos para Agricultura de Precisión y 42, 779 para Adopción de Innovaciones. Sin embargo, para demostrar la afirmación de nuestra hipótesis, fue necesario realizar un análisis minucioso de artículos que privilegiaran la integración de los conceptos de inteligencia artificial y automatización en el concepto de Agricultura de Precisión, así como la relación entre Agricultura de Precisión y Adopción de innovaciones, además de casos de estudio e investigaciones de corte empírico, lo que derivó en una muestra de 1,055 documentos.

Con esta base se seleccionaron los artículos que en su título incluyeran los conceptos Agricultura de Precisión y Adopción de Innovaciones artículos citados sobre las definiciones de los conceptos, casos de estudio e informes, lo que derivó en una muestra final de 100 artículos, capítulos de libros e informes.

2. Marco Teórico De Los Conceptos Base

2.1 Inteligencia Artificial y Agricultura de Precisión

La AP es un concepto complejo integrado tanto por elementos de la administración como de la tecnología. En el primer caso, la definición está orientada a la administración de los insumos y productos en términos de cantidad y calidad, lo cual permite gestionar la producción agrícola; además de los riesgos económicos y ambientales, generando un apropiado y enfocado uso de los recursos (Leonard, 2016). Desde la perspectiva tecnológica, la AP es un sistema de administración basado en tecnología como los sensores de control remoto, sistemas de información geográfica, sistemas de posicionamiento global, internet de las cosas y robótica, cada uno empleado para identificar, analizar y administrar el espacio, así como la variabilidad en la temporalidad de los cultivos. De esta forma, es posible proteger al ambiente, reducir costos y obtener mayor rentabilidad y una sustentabilidad óptima (Bongiovanni y Lowenberg-Deboer, 2004; Gebbers y Adamchuk, 2010; Leonard, 2016).

Por su parte, Schrijver (2016) aporta mayor claridad a la definición, al describir que la AP también integra el empleo de técnicas digitales para monitorear y optimizar procesos de producción para la agricultura, en vez

de aplicar la misma cantidad de fertilizantes o alimentar a una población de animales con la misma cantidad de comida. Por esta razón, el valor que brinda la AP reside en la medición de distintos escenarios que permiten decidir qué tipo de fertilizantes o cosechas se adaptan mejor a las condiciones del campo.

La literatura en AP desde la perspectiva tecnológica, recientemente se ha enfocado en la IA, la cual es una rama de las ciencias de la computación que busca crear máquinas inteligentes que trabajan y reaccionan como humanos y otros animales. La IA en la agricultura juega un rol irremplazable en la optimización, así como en la agricultura inteligente, robótica y automatizada; además de ser fundamental en los sistemas de soporte de decisiones y sistemas expertos en agricultura (Talaviya et al, 2020 y Zhao,2019).

Las soluciones que ha brindado la IA en la agricultura han permitido que los agricultores produzcan mayores productos con menos insumos, siendo de mayor calidad y asegurando una entrada más rápida al mercado. Así, es posible confirmar que el uso de esta tecnología se extiende cada vez más. Cifras que dan cuenta de lo anterior refieren a que en 2020 se utilizaron 75 millones de dispositivos conectados por parte de los agricultores a nivel mundial. De esta forma, para 2050 el promedio de datos que se esperan generar por granja es de 4.1 millones de día (Talaviya et al).

Sin embargo, aunque la IA ha logrado una contribución bastante grande en el sector agrario por emplear robots y drones, sigue siendo una tecnología emergente dentro de la agricultura (Talaviya et al, 2020), y por tanto en la literatura.

Actualmente la investigación AI en la AP se ha enfocado a 21 áreas de estudio que cubren los principales motores de la agricultura. Estas áreas demuestran la transdisciplinariedad de la investigación de la AI en la AP, tal es el caso de las ciencias de la computación, el aprendizaje automático, las ciencias de la información, el mejoramiento de cultivos, la biología, genética, estadística, física, química entre otras disciplinas (Zharo, 2019).

Si bien, existen investigaciones (Daberkow y McBride, 2003; Tobertt et al, 2007; Tey y Brindal,2012; Walton, 2008) que analizan los factores que impactan en la adopción de la AP, como son la educación, ingreso, ubicación y edad de los agricultores, la rutina que se genera al emplear la AP, instituciones, aspectos legales, el papel de las expectativas económicas en la toma de decisiones para la aceptación de la tecnología; en realidad la adopción de la AI en la AP ha sido escasamente abordada en la literatura del tema. En este punto, surge la necesidad de cubrir esta brecha, por lo que en inicio es necesario establecer la perspectiva teórica y conceptual de la adopción de innovaciones, para lo cual se retoma el Proceso de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003).

2.2 Proceso de Difusión de Innovaciones (Rogers, 2003)

La Teoría de la Difusión de Innovaciones fue propuesta por Rogers (2003), y su constructo teórico define a la innovación como “una idea, práctica u objeto que un individuo u otra unidad de adopción percibe como nuevo” (p.7540), aunque, si los individuos la perciben como nueva, entonces la seguirán considerando como

innovación (Sahin, 2006). En el caso de la difusión, Pérez y Terrón (2004) la describen como “el proceso por el cual una innovación se comunica por cientos de canales a través del tiempo entre individuos de un sistema social” (p. 309).

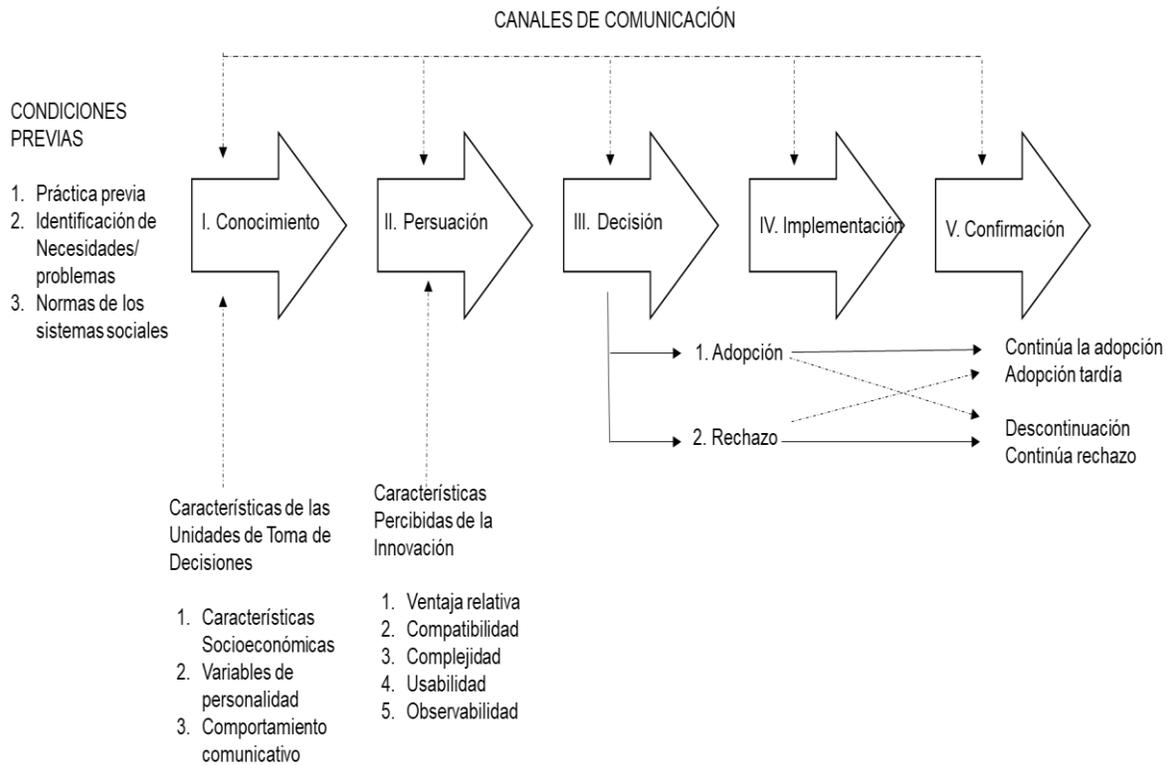
De esta forma, se establecen las pautas para que una innovación sea comunicada a través de distintos canales y en un tiempo definido entre los miembros de un sistema social (Lai, 2017). Además, como se observa en la Figura 1, integra un modelo teórico que reúne cinco elementos constantes en cualquier estudio sobre la difusión: (I) conocimiento, (II) persuasión, (III) decisión, (IV) implementación y (V) confirmación. Cada uno caracterizado por elementos que los define, tales como los canales de comunicación, el tiempo y el sistema social.

Rogers (2003) refiere que la adopción inicia al compartir información a los usuarios potenciales a través de dos canales: el impersonal que excluye el contacto cara a cara, como son los medios de comunicación, la publicidad, folletos, guías de uso; y el personal, que involucra un contacto cara a cara a través de contactos informales (familiares y amigos), así como contactos formales (instituciones, organizaciones, consultores).

El proceso de decisión de adopción de innovaciones como una actividad de búsqueda y procesamiento de información, donde se motiva a reducir la incertidumbre que posee un individuo acerca de las ventajas y desventajas de una innovación. Usualmente, una etapa sigue a otra de manera consecutiva en tiempo y orden. Por tanto, todas deben cumplirse con el objetivo de alcanzar un grado de adopción definitivo (Pérez y Terrón, 2004). No obstante, Lyytinen y Damsgaard, (2017) establecen que las etapas del proceso de adopción no siempre ocurren de manera secuencial, sobre todo en el caso de tecnologías como la AI y la AP.

Otros factores que influyen en el proceso de difusión son el sistema social al que pertenecen, el proceso de comunicación, las características de los promotores, así como los atributos de la innovación, tales como usabilidad, ventaja relativa, compatibilidad, observación y complejidad (Lyytinen y Damsgaard, 2017, p. 177). Al hablar de adopción de la innovación es preciso indicar que puede aplicarse tanto a fenómenos materiales como abstractos, ya que, a través del tiempo, la definición ha variado de manera significativa. En principio se asoció a la ciencia, tecnología; posteriormente al desarrollo de productos y finalmente a la comercialización de ideas e invenciones (Green, Argawal y Logue, 2015).

Figura 1. Describe el modelo de las cinco etapas del Proceso de Decisión de Adopción de la Innovación (Rogers, 2003)



3. Adopción De La IA Y La AP En Los Países En Desarrollo

Una vez abordados los conceptos base, la segunda etapa de la revisión de la literatura integradora consiste en realizar una revisión crítica de los conceptos. De esta forma, se inicia estableciendo que las tecnologías digitales conforman nuevas oportunidades para integrar a los pequeños productores en un sistema alimenticio digitalizado. El Banco Mundial (2016) ha indicado que el 70 por ciento de las poblaciones más pobres de los países en desarrollo tiene acceso a los teléfonos móviles, y más del 40 por ciento de la población mundial tiene acceso a internet, además de existir iniciativas para conectar a más áreas rurales.

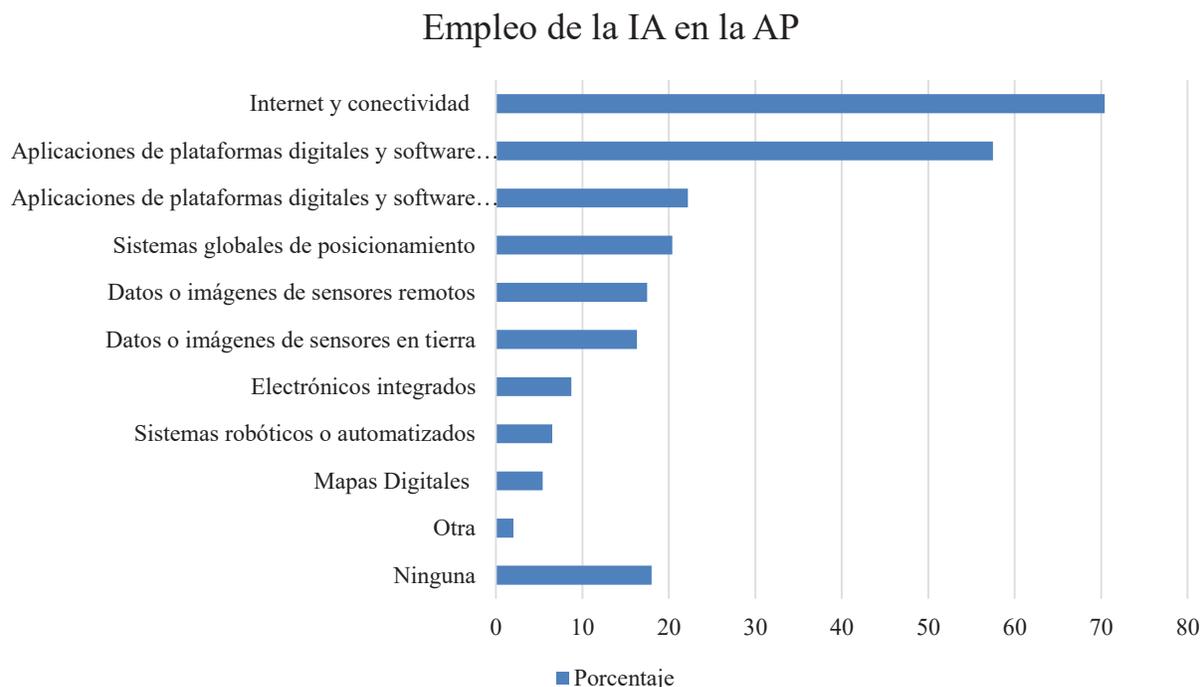
Sin embargo, la adopción de tecnologías como la IA y la AP de los países en desarrollo y en específico los pertenecientes a Latinoamérica se enfrentan obstáculos a la adopción como la falta de habilidades digitales y una cultura que fortalezca la innovación y el emprendimiento entre la población rural (Trendov et al, 2019). Como se abordó anteriormente, el estudio de la adopción de la AP ha estado enfocado a identificar factores relacionados con la educación, ingreso, expectativas económicas, edad, rutina, entre otros.

De hecho, la única investigación que refiere a la adopción de la IA en la AP en Latinoamérica es la realizada por Bolfe et al (2020) respecto al uso de tecnologías digitales por parte de 504 agricultores de Brasil, además de

su percepción sobre los beneficios y retos. Los resultados de esta investigación indicaron que los agricultores emplean al menos una tecnología digital en su sistema de producción, como conectividad a internet, aplicaciones móviles, plataformas digitales, software, sistemas satelitales de posicionamiento global, sensores remotos y en tierra. También poseen una percepción positiva respecto al impacto del uso de la tecnología digital.

No obstante, uno de los principales hallazgos indicó que, aunque los agricultores usaban al menos una tecnología de las mencionadas anteriormente, las más empleadas correspondían a bajos niveles de complejidad, como se puede apreciar en la Figura 2. En la gráfica se muestra que tecnologías complejas como los sistemas robóticos o automatizados, sólo fueron empleados por un 6.5 por ciento; en tanto los mapas digitales sólo alcanzaron el 5.4 por ciento de uso. Estas cifras son contrastantes, si se considera que más del 70 por ciento empleaba el internet y la conectividad.

Figura 2. Inteligencia Artificial en la Agricultura de Precisión empleada por agricultores (Bolfe, 2020)



La investigación de Bolfe et al (2020) se relaciona con la realizada por Trendov et al (2019) respecto a que las tecnologías digitales tales como la IA en la AP implican una complejidad en su uso, debido a los conocimientos previos que deben existir para comprender su funcionamiento y beneficios, lo que conduce a la necesidad de desarrollar habilidades digitales por parte de los agricultores.

En este sentido la hipótesis generada al inicio de este documento se comprueba, al establecerse la necesidad de gestionar el proceso de adopción de la IA en la AP a partir del desarrollo de las habilidades digitales de los

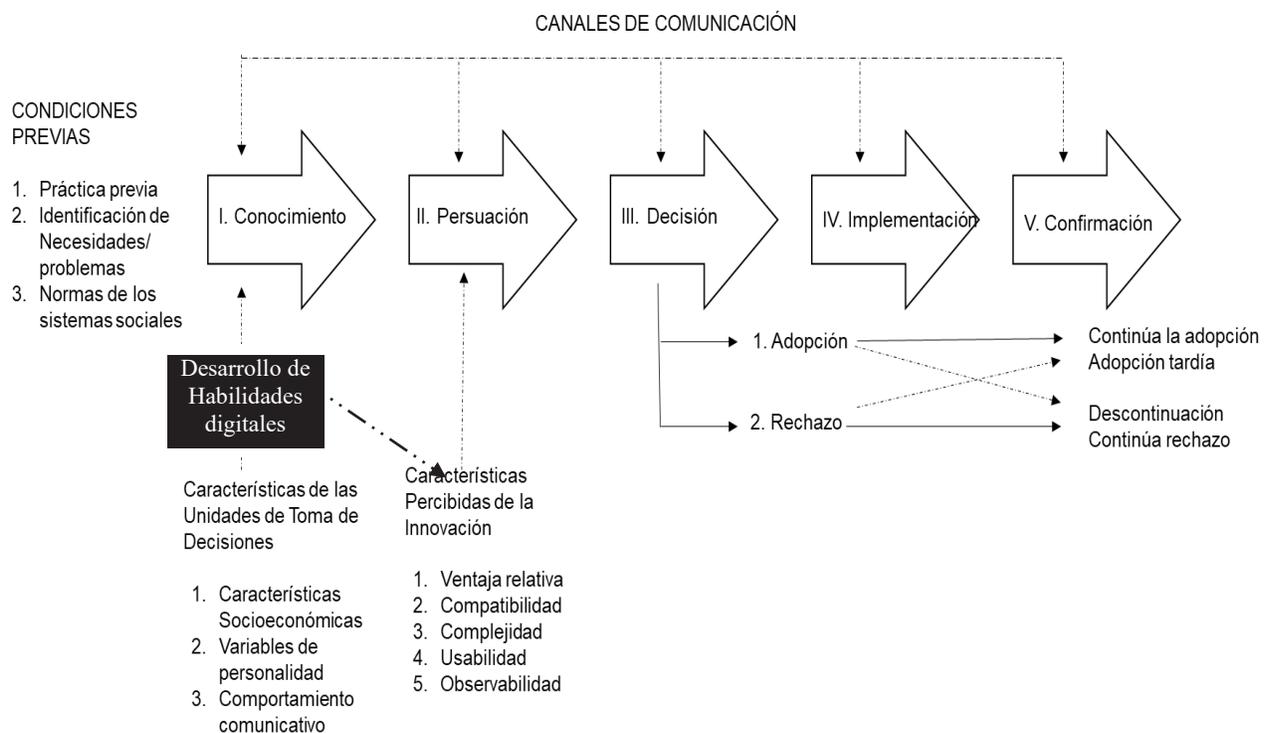
agricultores, en específico porque la investigación demuestra que, aunque emplean tecnologías digitales, éstas son de baja complejidad.

4. Habilidades Digitales En El Proceso De Adopción De Innovaciones De La IA Y La AP

La propuesta del presente trabajo consiste en reconceptualizar el modelo de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003) para incorporar en la primera etapa del proceso, relativa al conocimiento de la innovación, el desarrollo de las habilidades digitales (Figura 3), las cuales se definen como un conjunto de habilidades técnicas que permiten el manejo de la información, comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas dentro de todo el contexto de las tecnologías digitales” (Van Laar et al, 2017).

Se propone que las habilidades digitales se incorporen en la etapa de conocimiento, porque es el momento cuando una persona aprende acerca de la innovación y busca información sobre ella. Además, se generan tres tipos de conocimiento: conciencia, proceso y principios de funcionamiento. Por tanto, “los individuos definen qué es la innovación, cómo y por qué funciona” (Rogers, 2003, p. 21).

Figura 3. Indica la incorporación de las habilidades digitales como parte de la etapa de conocimiento del proceso de Adopción de la Inteligencia Artificial en la Agricultura de Precisión con información de Rogers (2003)



De esta forma, el desarrollo de habilidades digitales en la etapa de conocimiento tendrá una influencia en la percepción en las características de la innovación. La experiencia y conocimiento respecto al manejo de las tecnologías de información inciden en percepciones que permiten que la tecnología sea considerada como mejor que otra existente (Ventaja relativa), congruente con los valores del adoptante (Compatibilidad), con un bajo o medio nivel de dificultad (Complejidad), con mayor oportunidad para su uso constante (Usabilidad) y con la aprobación del sistema social (Observabilidad).

Conclusiones

La principal aportación del presente trabajo reside en considerar al desarrollo de habilidades dentro del proceso de adopción, sobre todo porque la investigación sobre adopción de la AP está enfocada en identificar y analizar factores como, ingreso, ubicación y edad de los agricultores; así como la rutina que se genera al emplear la AP, las instituciones que apoyan en la adopción, aspectos legales y el papel de las expectativas económicas en la toma de decisiones para la aceptación de la tecnología.

De esta forma, la gestión de la adopción de la IA en la AP debe considerar a las habilidades digitales, sobre todo en los países en desarrollo. Esta gestión brinda al campo la oportunidad de ser competitivo al producir productos de calidad, con menos costo y más eficiencia en el personal. No obstante, la propuesta de este trabajo es limitada en cuestión de la falta de infraestructura de Tecnología de Información, particularmente las comunidades alejadas o en Pueblos Originarios.

En este sentido, el desarrollo de habilidades digitales también involucra otros retos a superar y que se constituyen como trabajos futuros a generar, tales como disponibilidad y asequibilidad para el acceso a internet, lo que conlleva a analizar la coordinación de los actores gubernamentales para la generación de políticas públicas de apoyo. Así mismo, implica el desarrollo de metodologías para la educación en desarrollo de habilidades digitales enfocadas a la agricultura.

De esta forma, el presente trabajo surge como respuesta al crecimiento de la Agricultura 4.0 a través de tecnologías como la IA y AP en el campo, y sobre todo como el inicio para conformar el fortalecimiento de los pequeños productores, en quienes existe el reto de adoptar innovaciones de alta tecnología y conservar la tradición ancestral que también deriva en conocimiento, aspecto que también queda abierto para futuras investigaciones.

Referencias

- Banco Mundial. (2016).. World Development Report 2016: Digital Dividends.
- Bolfe, E., de Castro, L., Del'Arco, I., Luchiari, A., Cabral, C., de Castro, D. y Yassushi, R. (2020). Precision and Digital Agriculture: Adoption of Technologies and Perception of Brazilian Farmers. *Agriculture*. 10 (1), 1-16

- Bongiovanni, R. y Lowenberg-Deboer, J.(2004). Precision Agriculture and Sustainability. *Precision Agriculture* 5 (1), 359_387.
- Daberkow S. y McBride, D. (2003). Farm and Operator Characteristics Affecting the Awareness and Adoption of Precision Agriculture Technologies in the US. *Precision Agriculture*. 4 (1), 163- 1777
- FAO (2018). The State of Food Security and Nutrition in the World: Building Resilience for Peace and Food Security. Recuperado de: [http://www.fao.org/news/story/ en/item/1152031/icode/](http://www.fao.org/news/story/en/item/1152031/icode/)
- Green, R., Argawl, R. y Logue, D (2015) Innovation. en: Wright, J. D. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2.ed.). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008097086873087X?via%3Dihub>
- Grupo ETC (2019). La insostenible agricultura 4.0. Recuperado de: https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/la_insostenible_agricultura_4.0_web26oct.pdf
- Gebbers, R. y Adamchuk, V. (2010). Precision agriculture and food security. *Science* 327, 828-831.
- Guirao, S. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *ENE, Revista de Enfermería*, 9 (2). Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002
- Innovación Educativa (2020). Editorial. *Innovación Educativa*, 80 (20), 5-6.
- Lai, P. (2017). The Literature Review of Technology Adoption Models and Theories for the Novelty Technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*. 14 (1), 21-38.
- Leonard, E. (2016). *Precision Agriculture*. AgriknowHow. Australia: Elsevier
- Lyytinen, K. y Damsgaard, J. (2017). What's wrong with the Difussion Innovation Theory? en *Diffusing Software Product and Process Innovations*. TDIT 2001. IFIP – The International Federation for Information Processing. Springer
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations* (5a Ed.). Free Press.
- Pérez, M. y Terrón, M. (2004). La Teoría de la Difusión de la Innovación y su Aplicación al estudio de la Adopción de Recursos Electrónicos por los Investigadores en la Universidad de Extremadura. *Revista Española de Docencia Científica*, 27 (3), 308-329.
- Sahin, I. (2006). Detailed review of Roger's diffusion of innovations theory and educational technology- related studies based ond Roger's theory. *Turkish Online Journal of Educational Technology*. 5 (2), 14-18.
- Schrijver, R., 2016. Precision agriculture and the future of farming in Europe. *Scientific Foresight Study*. European Union, Brussels. Recuperado de: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_EN.pdf).
- Snyder, Hannah (2019), Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of O Research*, 104 (1), 333-339.
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N.,Yagnik, H. y Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*
- Tey Y. y Brindal M. (2102) Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture*. 13 (1), 713–730
- Torbett J., Roberts, K., Larson, J., English, B. (2007). Perceived importance of precision farming technologies in improving phosphorus and potassium efficiency in cotton production. *Precision Agriculture*, 8 (1), 127-137.
- Torrance, R. (2015). Writing Integrative Reviews of the Literature: Methods and Purposes. *International Journal of Adult Vocational Education and Technology*.7 (3), 62-70

- Trendodov, N., Varas, S. y Zeng, M. (2019). Digital Technologies in Agriculture an Rural Areas. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca4887en/ca4887en.pdf>
- Wittermore, R. y Knafel, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(1). 546-553. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x
- United Nations Department of Economics and Social Affairs (2019). *World Population Prospects 2019*. Recuperado de: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_10KeyFindings.pdf
- Van-Laar, E., Van-Deursen, A., Van-Dijk, J., & De-Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72 (1), 577-588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Zhao, C. (2019). Inaugural Editorial. *Artificial Intelligence in Precision Agriculture*. 1 (1), A1-A2