



REVISTA

PERSPECTIVAS

UFPS

Original Article

<https://doi.org/10.22463/25909215.4608>

Formación de competencias investigativas sobre agricultura inteligente en niños campesinos de escuelas rurales colombianas

Training of research skills in intelligent agriculture on peasant children from rural schools in Colombia

Núñez-Rodríguez José de Jesús^{1*}, Medina-Cruz Dayana, M², Jaimes-Bohórquez, Yhaleitza F³

^{1*}Investigador principal de la Estancia postdoctoral con propósito Minciencias, jo.nunez@mail.udes.edu.co, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4120-0215>, Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Económicas

²Universidad de Santander, Joven Investigadora de la Estancia postdoctoral con propósito Minciencias, dayamedina95@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0003-0406-9320>

³Universidad de Santander, Joven Investigadora de la Estancia postdoctoral con propósito, Minciencias, yhaleitza97@live.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0009-1987-2427>

Como citar: Núñez-Rodríguez, J. de J., Medina-Cruz, M. D. ., y Jaimes Bohorquez, Y. F. . (2024). Formación de competencias investigativas sobre agricultura inteligente en niños campesinos de escuelas rurales colombianas. *Revista Perspectivas*, 9 (2). <https://doi.org/10.22463/25909215.4608>

Received: Agosto 10, 2023; Approved: diciembre 12, 2023

RESUMEN

Palabras clave:

Agricultura inteligente, competencias investigativas, educación rural, escuelas rurales

La agricultura del mañana requiere la formación en tecnologías emergentes a los agricultores del futuro para garantizar la seguridad alimentaria, mitigar y adaptarse al cambio climático y mejorar las condiciones de vida de la población rural. Objetivo: Formar competencias investigativas sobre agricultura inteligente en niños y niñas de Educación Básica Primaria de escuelas rurales vulnerables del departamento Norte de Santander, Colombia. Metodología: Se utilizó la metodología de Grupos Ondas de Minciencias de Colombia, con apoyo de la metodología cualitativa, el Enfoque CTS y la herramienta Design Thinking para la apropiación y desarrollo de prototipos de integración de la agricultura inteligente en casos reales seleccionados en el contexto productivo rural. Resultados: Se formaron competencias teóricas-prácticas en 246 estudiantes agrupados en 10 escuelas rurales de 7 municipios agrícolas del departamento Norte de Santander sobre el uso de drones en la agricultura, plataformas climáticas, marketing digital, sistemas de información geográfica y biotecnología agrícola, con la transferencia y socialización a las comunidades escolares y comunitarias de 58 proyectos de prototipos elaborados por los 10 Grupos Ondas del proyecto.

ABSTRACT

Keywords:

Intelligent agriculture, research competences, rural education, rural schools

Tomorrow's agriculture requires training in emerging technologies for tomorrow's farmers to ensure food security, mitigate and adapt to climate change and improve the living conditions of the rural population. Objective: To develop research competencies on intelligent agriculture in primary school children from vulnerable rural schools in the department of Norte de Santander, Colombia. Methodology: The methodology of Ondas groups of Minciencias of Colombia was used, with the support of the qualitative methodology, the STS Approach and the Design Thinking tool for the appropriation and development of prototypes for the integration of intelligent agriculture in real cases selected in the rural productive context. Results: Theoretical-practical competencies were formed in 246 students grouped in 10 rural schools of 7 agricultural municipalities of the department of Norte de Santander on the use of drones in agriculture, climate platforms, digital marketing, geographic information systems and agricultural biotechnology, with the transfer and socialization to school and community communities of 58 prototype projects developed by the 10 Ondas Groups of the project.

*Corresponding author.

E-mail address: jo.nunez@mail.udes.edu.co

(Núñez Rodríguez José de Jesús)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander.
This is an article under the license CC BY 4.0

Introducción.

Los países latinoamericanos son una despensa en la producción de alimentos por la gran riqueza de los recursos naturales y la tradición de los agricultores. Grisa y Sabourin (2019) en un informe de análisis de las políticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que alrededor del 85% de los alimentos consumidos en la mesa de las familias urbanas provienen de la agricultura familiar, de pequeños productores que utilizan tecnologías tradicionales y producen alimentos frescos sin transformación agroindustrial. La agro biodiversidad de la región provee de una rica oferta de productos agropecuarios para satisfacer la demanda creciente de la población. La contribución de la agricultura de pequeña escala a la seguridad alimentaria implica la producción de alimentos, dentro de sistemas cada vez más complejos, inciertos y en continuo desgaste (Núñez et al., 2021) por su dependencia directa de los factores ambientales, económicos y humanos (Rosales-Soto y Arechavala-Vargas, 2020), las presiones sociales por cubrir la demanda de alimentos a expensas de la sobre explotación y subvaloración de los recursos naturales (Almeida et al., 2017) y los efectos cada vez más severos de las variaciones climáticas en la agricultura y en la cría de animales (Forero y González, 2020), aunado a la escasa consciencia, o formación de capacidades de los productores sobre el uso racional y eficiente de los recursos naturales renovables, cada vez más escasos.

En la agricultura tradicional, existen un conjunto de factores multidimensionales que han venido mermando las capacidades de los agro ecosistemas y de los grupos sociales campesinos para garantizar la sostenibilidad agrícola. El primero de ellos son las migraciones históricas del campo a la ciudad que desde los años 50 del siglo XX han reducido la población rural empleada en actividades agropecuarias desde un 55% hasta el 26% en la década de los años 90 (Gómez, 2015), producto de las migraciones y emergencia de empleos no rurales en los territorios rurales. El desplazamiento migratorio y

la penetración de actividades no rurales, relacionadas con las nuevas ruralidades (Ruiz y Delgado, 2008), han ido dejando a los niños, ancianos y mujeres en el campo (Vázquez, 2013; Farah y Pérez, 2003), con evidente feminización de la agricultura y secuelas en la producción agrícola por el abandono de las áreas cultivadas o la dedicación a otras actividades no agrícolas (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA, 2000)

El segundo factor que limita la sustentabilidad rural son los impactos negativos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas de pequeña escala, dependientes de las condiciones ambientales (Núñez et al., 2018). Las sequías prolongadas y extremas, olas de calor, inundaciones intempestivas, acentuación de la incidencia económica de plagas y enfermedades, estrés en el trabajo e incremento de enfermedades epidémicas que afectan a los agricultores (Iglesias, et al., 2012; Febriani y Lokantara, 2017), constituyen manifestaciones ambientales que impulsan a migraciones climáticas y la pérdida de la productividad de los suelos y animales en las fincas agropecuarias. En la agricultura tradicional los agricultores históricamente han venido interpretando las señales ambientales para el desarrollo de los procesos de siembras y manejo de cultivos y animales, basados en la intuición, experiencias y calendarios climáticos prefijados (López-Chacón y Martínez-García, 2018), rompiéndose estas certezas por las perturbaciones de los ciclos climáticos presionados por las variaciones en los períodos de lluvia y sequía, resultantes de los efectos del calentamiento global y de los fenómenos del Niño y la Niña.

El tercer factor interviniente está relacionado con la ausencia de la formación de las nuevas generaciones de agricultores para enfrentar los desafíos de la ruptura de los paradigmas científicos y tecnológicos relacionados con la seguridad alimentaria y la ciencia climática, indispensables para su apropiación en la transformación de los territorios rurales, que coadyuven a superar las brechas de la pobreza y los impactos del cambio climático

(Zamora, 2023). Es evidente que la educación rural que se enseña en las escuelas desarrolla contenidos básicos del saber universal sin especialización en la formación de competencias de los futuros agricultores en tecnologías emergentes (Núñez-Rodríguez, 2021), dejando a un grupo de niños y jóvenes rurales en el camino de la pobreza rural o urbana, sin posibilidades de alcanzar condiciones de vida dignas y de transformar a sus territorios de origen. Sobre esta última limitante se centró el interés de la presente investigación.

La gradual incorporación de tecnologías digitales en la agricultura, impulsado por internet y la aplicación de herramientas de diversas disciplinas no biológicas, está generando procesos de transformación sobre la gestión de los recursos naturales, la optimización del trabajo de los agricultores y la conexión entre los productores y consumidores globales. Es sabido que la apropiación de las tecnologías emergentes ocurre con mayor velocidad y magnitud en los países desarrollados y es considerable la brecha con respecto a los países menos desarrollados, poseedores de riquezas de la biodiversidad natural, pero con débiles infraestructuras tecnológicas y de competencias digitales de los agricultores. La falta de conocimientos sobre tecnologías emergentes en la agricultura no les permite valorar su utilidad en la producción y comercialización (Sepúlveda, 2022) y los altos costos de las herramientas tecnológicas no permiten el acceso a los dispositivos comerciales para los pequeños agricultores (Dávila, 2023).

En la investigación realizada se partió de la interrogante ¿Cómo formar a los agricultores del futuro para arraigarlos al campo bajo otra perspectiva de sostenibilidad económica, social y ambiental?, abordando el fenómeno en estudio en el marco de un proceso de alfabetización científica para la apropiación de herramientas tecnológicas de la agricultura inteligente que coadyuve al cambio de la visión de una agricultura tradicional de subsistencia por una forma disruptiva de concebir la producción, el trabajo agrícola, las tecnologías, los recursos naturales y las conexiones con los mercados.

Marco Teórico

La agricultura inteligente

La evolución histórica de la agricultura ha estado relacionada con la incorporación de herramientas tecnológicas que optimizan la productividad de alimentos. Melgar (2018) registra diacrónicamente que la Agricultura 1.0 se basó en el trabajo intensivo; la Agricultura 2.0, conocida como la Revolución Verde, incorporó el mejoramiento genético, el uso de insumos químicos y maquinarias; la Agricultura 3.0, llamada agricultura de precisión, añadió el uso de GPS, software agrícolas y la biotecnología; la Agricultura 4.0, también denominada agricultura inteligente o agricultura digital, adicionó el uso de sensores, naves no tripuladas (drones), imágenes satelitales, big data y equipos autónomos y; la Agricultura 5.0 evoluciona a la utilización de la robótica, inteligencia artificial, impresiones 3d y 4d, biotecnología, biología sintética, agricultura vertical y modificaciones del clima.

La agricultura inteligente (con sus acepciones de agricultura 4.0, agricultura digital o smart farming) es una mezcla de tecnologías informáticas y de dispositivos interconectados para el control de los agricultores con autonomía de manejo y toma de decisiones en tiempo real (Acero y Lanchipa, 2021) al incorporar el uso de sensores y análisis de datos (Big Data) para obtener cálculos de la oferta y demanda de agua para el riego eficiente y el uso de drones para el monitoreo y control de plagas, enfermedades (Galán, 2021) y cosecha de los productos (Detsch, 2018) para eficientizar los procesos de producción agrícola, reduciendo el uso de insumos, haciendo un uso racional del agua y suelos, aumentando la productividad y adaptándose al cambio climático (Ojeda, 2022).

Dentro de este enfoque tecnológico la agricultura inteligente le otorga al agricultor registros numéricos y gráficos en tiempo real para monitorear el comportamiento diario del clima para tomar decisiones (Zamora, 2023) sobre los períodos

de siembra y cosecha y la gestión del agua de riego con ahorro significativo de energía y tiempo (Acero y Lanchipa, 2021). Asimismo, el uso de sensores en el suelo y en las plantas registra información de las condiciones de humedad y sanidad vegetal para un uso eficiente de insumos, como fertilizantes y pesticidas, y establecer los momentos apropiados para realizar las labores de cosecha (Detsch, 2018). En el ámbito de aplicación en la cría de animales, los sensores incorporados en el cuerpo de los animales permiten al productor pecuario conocer al instante las condiciones de sanidad, nutrición animal y desarrollo de los ciclos reproductivos, y a través de drones puede hacer vigilancia y control en el terreno de los animales (Moreira y Castro, 2016).

Otro de los beneficios del uso de tecnologías digitales está relacionado con la contribución a la mitigación del cambio climático, especialmente referidos en el uso eficiente de los recursos naturales. Ejemplos de ellos es la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la referenciación y utilización de los terrenos, cursos de agua y manejo de inundaciones (Segui y Artiles, 2022), el uso de imágenes satelitales multi espectrales para el diagnóstico de áreas de calor, sequías y zonas con necesidades de reforestación, útiles para establecer alertas tempranas para la implementación de medidas de prevención y control de los fenómenos ambientales adversos. Las tecnologías emergentes al mitigar los efectos del calentamiento global benefician la producción de alimentos (Espinosa et al., 2021), incrementando el potencial de resiliencia de los agricultores a los cambios climáticos (Forero y González, 2020).

El carácter digital de las tecnologías emergentes, con apoyo de Internet de las Cosas (IoT), le permite al agricultor la comunicación instantánea a través de sus dispositivos móviles (teléfonos inteligentes) y de las redes sociales al conectarlo con proveedores de insumos y servicios y para la comercialización de sus productos agropecuarios. IoT tiene gran aplicación en la agricultura en la producción, cosecha, transformación y comercialización (Pérez

et al., 2019), con impacto directo en la rutina del agricultor por el control de las actividades de la finca (Leso y Peruchi, 2022) al transformar la naturaleza del trabajo, el uso de los recursos y la toma de decisiones en todos los eslabones de la cadena productiva (Ojeda, 2022).

Indudablemente, al mejorar la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos ambientales, optimizar los procesos productivos y conectar digitalmente la comercialización de los productos, se incrementa la competitividad del sector agroalimentario, especialmente de la agricultura familiar tradicional, carente de infraestructuras físicas y cibernéticas (Rosales-Soto y Arechavala-Vargas, 2020), afectada por los factores ambientales (Núñez-Agurto et al., 2020), con escaso dominio de los avances tecnológicos que se traducen en resistencias al cambio (Leso y Peruchi, 2022) y, por lo tanto, afectan la adopción, transferencia y sostenibilidad de la agricultura inteligente. La innovación tecnológica de las herramientas de la agricultura 4.0 y 5.0, desplaza las viejas prácticas tradicionales de la pequeña agricultura e incorpora los aportes de diversas disciplinas del saber para mejorar la productividad y rentabilidad (Núñez-Agurto et al., 2020), por el aumento de la calidad de la gestión de los procesos tecnológicos y toma de decisiones (Ojeda, 2022) incorporando gradualmente la formación de una cultura de cambio en las nuevas generaciones de agricultores.

Educación en agricultura inteligente

Educar a las nuevas generaciones de agricultores requiere repensar estratégicamente los factores que limitan la superación de las brechas de la pobreza rural, la continua migración campo-ciudad por falta de atractivos de las actividades agrícolas para los jóvenes campesinos y los impactos severos que comienzan a sentirse por los efectos del cambio climático y de los fenómenos ambientales extremos.

La educación de los agricultores del futuro amerita la formación de competencias para una

agricultura del mañana, centrada en las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, robótica avanzada e Internet de las Cosas-IoT- en espacios innovadores para la enseñanza simulada de los avances científicos y tecnológicos en las áreas químicas, biológicas y digitales (Ronald, 2022). Su implementación requiere de un conjunto de transformaciones radicales en las políticas, estructuras y formas como se concibe la educación rural de los niños.

La incorporación de las innovaciones tecnológicas en la escuela rural implica cambios en los espacios escolares (Luengo, 2021) con conectividad estable a internet, infraestructuras tecnológicas y equipos (Anaya et al., 2021), con interfaces táctiles, simuladores y dispositivos móviles para la enseñanza y el aprendizaje (Palacios et al., 2018), softwares libres, IoT y aplicaciones didácticas adaptadas a las escuelas y a la vida cotidiana (Álvarez, 2017), es decir, diseñadas para su comprensión y utilización en espacios socioculturales específicos en atención a las características étnicas, ambientales, sociales y económicas de los territorios rurales (Bejarano, 2017). Dadas las precariedades de las escuelas rurales latinoamericanas, y con especial énfasis en las colombianas, las herramientas tecnológicas deben ser fáciles de usar, gratuitas o de bajo costo y en varios idiomas (Ojeda, 2022), inalámbricas, con ahorro energético y de tamaño pequeño, con capacidades que permitan realizar el proceso de captura de datos y monitoreo en tiempo real (Ossa, 2017) para enseñarles a los estudiantes a analizar la información y tomar decisiones asertivas sobre los procesos de producción, transformación y gestión de la comercialización de sus productos agropecuarios.

Este desafío de la agricultura del futuro también requiere la puesta en marcha de estrategias de gestión del conocimiento especializado (Ramos, 2017) para que los docentes adquieran competencias tecnológicas en el uso de las herramientas y enseñen con dominio teórico-práctico su incorporación en los procesos productivos, de agro transformación y de intercambio comercial en sus entornos rurales. En este ámbito se debe integrar el ecosistema

universitario, empresarial y productivo para crear conocimientos tecnológicos, promover el uso de las tecnologías y adoptar las herramientas de la agricultura emergente, respectivamente (Leso y Peruchi, 2022). En el proceso de enseñanza y aprendizaje es fundamental el desarrollo de proyectos escolares, como “Minihuertos inteligentes” (Loyola, 2022) y “Granjas inteligentes” (Quintero, 2021), para que los niños y niñas aprendan en la práctica la incorporación de las tecnologías avanzadas en casos reales de producción agrícola.

Metodología

El contexto epistemológico de la investigación

La Estancia con Propósito asumió el paradigma fenomenológico o interpretativo siguiendo la metodología del Programa Ondas de Minciencias y el Enfoque CTS para la formación de las competencias investigativas de la agricultura inteligente en niños de escuelas rurales de Educación Básica Primaria. Al interior de éste se desarrollaron las fases de diagnóstico participativo, formación de competencias en agricultura inteligente y transferencia de experiencias a los actores sociales educativos y comunitarios.

La metodología de los Grupos Ondas

El Programa Ondas tiene por objetivo promover en niños, niñas y adolescentes el interés por la investigación, así como el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTeI). Para ello, Ondas trabaja con las comunidades educativas en la conformación de grupos de investigación, los cuales desarrollan proyectos en diferentes áreas del conocimiento que responden a problemáticas y necesidades de sus contextos (Sánchez, 2019).

Los Grupos Ondas están conformados niños, niñas y adolescentes (NNA), acompañados de asesores y maestros coinvestigadores que guían

los procesos de formación de competencias tempranas en investigación. En la Estancia con Propósito se conformaron 10 Grupos Ondas en instituciones educativas rurales focalizadas por la Secretaría Departamental de Educación, ubicadas en 7 municipios del departamento Norte de Santander, agrupando a 246 niños y niñas (NN) de los Grados 4° y 5° de Educación Básica Primaria (tabla I), 10 maestros coinvestigadores y 2 Jóvenes Investigadoras e Innovadoras. El acompañamiento pedagógico de los Grupos Ondas tuvo una atención de 2 horas semanales, durante 12 meses, de acuerdo al cronograma de actividades establecido en la Estancia.

Tabla I. Grupos Ondas de las instituciones educativas de la Estancia con Propósito

N°	Nombre de la Institución Educativa	Nombre del Grupo Ondas	Número de integrantes	Clasificación por sexo		Edad promedio (años)
				Número de niñas	Número de niños	
1	Institución Educativa Rural San José de Calasanz	Sembrando Futuro	30	13	17	11
2	Institución Educativa Rural Comejo	Los resilientes	23	9	14	11
3	Institución Educativa el Diamante	Semillitas Proactivas	20	13	7	8
4	Institución Educativa Rural La Angelita	Los Súper Ambientalistas	29	17	12	9
5	Centro Educativo Rural La Victoria	Los Mejores	15	11	4	10
6	Institución Técnico Agropecuario Juan Frio	Agricultores científicos	16	6	10	12
7	Instituto Técnico Agrícola Risaralda	Agricultores de la Ye	33	13	20	10
8	Institución Educativa Rural Guayabales	Los agricultores de los Guayabales	24	14	10	11
9	Centro Educativo Rural Juana Berbesí	Jóvenes agricultores	16	6	10	14
10	Institución Educativa Santiago Apóstol	Los Cracks de la agricultura	38	15	23	11

Escuelas rurales de la Estancia con Propósito

La selección de las instituciones educativas para el desarrollo de la Estancia con Propósito se enmarcó en los lineamientos establecidos en la Convocatoria realizada por Minciencias, adscrita metodológicamente a los Grupos Ondas (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación-MINCIENCIAS, 2023). Al respecto en Coordinación con la Secretaria Departamental de Educación de Norte de Santander se focalizaron 10 instituciones educativas rurales con base a los criterios de accesibilidad y conexión a internet para la conformación de 10 Grupos Ondas de niños y niñas.

En correspondencia, la ubicación de las escuelas rurales abarca 7 municipios del departamento (El Zulia, San Cayetano, Santiago, Villa del Rosario, Chinácota, Durania y Pamplonita), geográficamente localizados entre los 220 m.s.n.m. y los 2.189 m.s.n.m., de importancia en la producción agrícola y animal y en la biodiversidad de sus territorios (tabla II)

Tabla II. Características de las instituciones educativas de la Estancia con Propósito

Nº	Institución Educativa Rural	Municipio	Ubicación	Altitud (m.s.n.m)
1	Instituto Técnico Agropecuario Juan Frio	Villa del Rosario	Av. Principal Corregimiento Juan Frio	503
2	Instituto Técnico Agrícola Risaralda	El Zulia	Vereda Astilleros, Centro Poblado La Ye	220
3	Centro Educativo Rural “La Victoria”	Chinácota	Vereda La Nueva Don Juana KDX25-1	1.250
4	Institución Educativa Rural Guayabales	Pamplonita	Vereda La Palmita	2.189
5	Institución Educativa Rural San José de Calasanz	El Zulia	Vereda La Palmita	220
6	Institución Educativa El Diamante	Pamplonita	El Diamante, vía Pamplona	2.189
7	Institución Educativa Rural Cornejo	San Cayetano	Calle 8 n° 6-44 Cornejo	237
8	Institución Educativa Rural La Angelita	El Zulia	Vereda La Angelita, km 23+20 vía al municipio de Sardinata	220
9	Centro Educativo Rural Juana Berbesí	Durania	Vereda La Cuchilla KDX A-5	1.317
10	Institución Educativa Santiago Apóstol	Santiago	Casco urbano de Santiago	770

El análisis de los sistemas productivos del entorno donde se encuentran las instituciones educativas focalizadas se corresponden con las potencialidades agroclimáticas de las zonas cálidas (municipios El Zulia, Santiago, San Cayetano y Villa del Rosario) y templadas (Chinácota, Durania y Pamplonita). Las características de la actividad agropecuaria de la zona cálida se representan en el área vegetal en cultivos de arroz, palma aceitera, maíz, plátano, cacao, frutales, yuca y caña de azúcar. Con las excepciones del cultivo de la palma aceitera y del arroz, la agricultura es de subsistencia, tradicional y agrupa a un número importante de familias de pequeños agricultores. En el área pecuaria la dedicación predominante es la ganadería bovina extensiva, la cría de cachamas en lagunas, aves de corral, abejas y cerdos, en fincas pequeñas y con bajo uso de tecnologías. En la zona templada la dedicación de la tierra se orienta al cultivo de café, frutales (aguacates, cítricos), hortalizas, bananos y especies de pan coger, en parcelas pequeñas y con el uso de tecnologías tradicionales. Asimismo, la producción pecuaria se asienta en la producción de ganadería de leche, avícola, piscícola y porcina, siendo una zona importante en la producción de estos alimentos para la población (Gobernación del departamento Norte de Santander, 2024)

El Enfoque CTS en la formación de competencias investigativas

El Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es un campo interdisciplinar en el que se plantea una consideración socialmente contextualizada de la actividad científica y tecnológica, y se promueve una mayor participación social en las decisiones que la orientan. En este sentido, la educación CTS promueve un espacio de encuentro entre el conocimiento científico y tecnológico y las necesidades reales de la población, mostrando la importancia social de la ciencia y la tecnología y la necesidad de participar en las decisiones relacionadas con su desarrollo (Gordillo, 2017).

El Enfoque CTS se basa en 3 fases de desarrollo secuencial: Alfabetización Científica, Popularización de la Ciencia y la Tecnología y Democratización del Conocimiento. Se entiende por Alfabetización Científica la apropiación de conocimientos, habilidades y actitudes básicas respecto de la ciencia, la tecnología y sus relaciones con la sociedad, que les permita comprender los efectos de las ciencias en sus vidas y en el medio ambiente. Después la apropiación de los conceptos y principios científicos se avanza en la Popularización de la Ciencia y la Tecnología, es decir, acercar la ciencia al público en general para atender el requerimiento social de información científica, generando, por último, la capacidad del usuario del conocimiento científico de Democratizar la Ciencia por la inclusión de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos de interés para sus comunidades.

En la Estancia, la investigación partió de un diagnóstico participativo para identificar los conocimientos previos de los niños y niñas (NN) de escuelas rurales sobre agricultura inteligente. Luego a partir de los intereses y necesidades de los Grupos de investigación Ondas se inició la Fase de Alfabetización Científica en aspectos teóricos y prácticos sobre herramientas tecnológicas de la agricultura inteligente, plataformas climáticas, uso de drones en la agricultura, marketing digital, biotecnología agrícola y sistemas de información geográfica-SIG, fomentando la adquisición de competencias teóricas y prácticas que derivaron en la creación de 58 prototipos, con apoyo de la metodología de Design Thinking. En la Fase de Popularización de las herramientas tecnológicas de la agricultura inteligente los grupos de investigación Ondas compartieron las soluciones tecnológicas durante un día campo escolar para la apropiación de los conocimientos con NN, maestros y padres y representantes de las instituciones educativas. La experiencia investigativa culminó en la Fase de Democratización Científico-Tecnológica en un día de campo con la comunidad rural del entorno

escolar para socializar las soluciones creadas por los grupos de investigación Ondas con los productores agropecuarios y actores sociales comunitarios, con el propósito de incentivar la toma de decisiones de los actores agropecuarios sobre la agricultura inteligente y la apropiación de herramientas tecnológicas que contribuyan a la transformación productiva y sostenible de sus territorios rurales (ver figura 1).



La metodología de Design Thinking

Los productos de los proyectos de investigación e innovación de los Grupos Ondas de la Estancia con Propósito fueron presentados como prototipos a partir de la aplicación de los fundamentos del diseño de Design Thinking. Se basa en un enfoque colaborativo y creativo que incluye la empatía, definición del problema, generación de ideas, prototipación y experimentación, permitiendo construir ideas innovadoras al resolver problemas poco definidos o particularmente desafiantes, así como al orientarse hacia las soluciones (Pursell, 2024).

Los Grupos Ondas de las escuelas rurales se subdividieron en subgrupos de investigación para identificar y elaborar prototipos sobre la aplicación de las herramientas de la agricultura inteligente en casos reales de procesos agropecuarios, forestales o turísticos de interés para los participantes. La metodología se sistematizó en un formato (tabla 3) desarrollando actividades participativas de creación a partir de la pregunta ¿Qué voy a hacer? (Título del proyecto), Empatía ¿Cuál es la necesidad existente en la producción agropecuaria que requiere mejoras?, Ideas para mejorar la situación (lluvia de ideas),

Definir cómo voy a mejorar la situación (incorporar las herramientas de la agricultura inteligente), Elaborar el modelo teórico (hacer dibujo) y Construir el prototipo (hacer maqueta de 50 cm de largo, 40 cm de ancho y 20 cm de alto) con materiales de las fincas y suministrados por el proyecto de la Estancia.

Tabla III. Proceso de creación de prototipos de los Grupos Ondas de la Estancia con Propósito

Institución educativa	
Nombre del Grupo Ondas	
Integrantes	
¿Qué voy a hacer? (Título del proyecto)	
Empatía ¿Cuál es la necesidad existente en la producción agropecuaria que requiere mejoras?	
Ideas para mejorar la situación (lluvia de ideas)	
Definir cómo voy a mejorar la situación (incorporar las herramientas de la agricultura inteligente)	
Elaborar el modelo teórico (hacer dibujo)	
Construir el prototipo (hacer maqueta)	

Metodología de días de campo

En el proyecto de estancia postdoctoral, los 58 prototipos de proyectos realizados por los Grupos Ondas fueron socializados con las comunidades escolares y comunitarias utilizando la metodología de días de campo. Se asume la metodología de días de campo como una estrategia de transferencia tecnológica que contempla las fases de planificación, organización, desarrollo y evaluación, en los cuales los investigadores comparten los resultados de sus proyectos de investigación e innovación con los potenciales usuarios de los conocimientos derivados. La organización de los días de campo contempla estaciones de estudio conformadas por los proyectos realizados, donde los NN investigadores exponen e interaccionan con los actores sociales,

estableciéndose un diálogo intergeneracional de saberes y de experiencias que nutren los conocimientos y perspectivas de los involucrados.

Resultados

Fase I: Explorando los conocimientos de los actores rurales sobre agricultura inteligente

El propósito del diagnóstico participativo fue comprender el nivel de conocimientos que los NN tenían al inicio de la Estancia sobre los procesos productivos de su entorno rural.

La metodología utilizada en cada escuela consistió en la formación de grupos de 3 o 4 estudiantes, la identificación de cada grupo con nombres de cultivos o animales y selección de un líder y un secretario. Se utilizó la metodología DOFA, utilizando solo las **Fortalezas** (lo positivo), **Debilidades** (lo deficiente) y las **Estrategias** para mejorar (lo deseado) para analizar la agricultura en cada comunidad rural desde la perspectiva de los NN. Se le explicó el proceso y la dinámica a seguir en la actividad y cada grupo analizó LO POSITIVO (etiquetas verdes), LO DEFICIENTE (etiquetas azules) y LO DESEADO (etiquetas amarillas) de la agricultura en su comunidad, lo escribieron en las etiquetas y las pegaron en el tablero. Los líderes de los grupos presentaron los resultados ante el grupo total y el secretario anotó cada aspecto analizado y presentó un informe final a la Joven Investigadora. Dado la gran extensión de los resultados sistematizados en las 10 instituciones educativas adscritas a las Estancia se presentan algunos ejemplos de este ejercicio de diagnóstico (tabla IV)

Tabla IV. Diagnóstico participativo con Grupos Ondas de las instituciones educativas de la Estancia con Propósito

Lo positivo (Fortalezas)	Lo deficiente (Debilidades)	Lo deseado (Estrategias)
El agua, porque los que les echan agua a los cultivos hacen que den frutos y comida	No desperdiciar el agua, porque en los cultivos de arroz se desperdicia mucha agua.	Cuidar el medio ambiente, no botar basura. Yo deseo para el campo que lo cuiden y no hacer minas cerca por que lo dañan.
Las plantas con las que podemos hacer remedios caseros y mejorar a las personas.	No echar veneno cerca de los arboles por que los matan y los arboles nos dan oxígeno.	Yo deseo para el campo cuidar los árboles que nos dan oxígeno.
La luna que dicen que es buena para que los cultivos den más maíz u otros frutos.	No botar basuras en el campo, porque tenemos que cuidarlo.	Yo deseo no ponerle un palo en el cuello al ganado porque cuando brincan pueden dañar su cuerpo.
Voy para donde mi nona, juego con mi primo, me baño en la quebrada con mi primo.	Mejorar los alimentos de los animales, tener más cuidado con los animales.	Quiero que el campo no tenga basura.
Me gusta que el café crezca, ayudo a apañar café, ayudo a llevar el café a la ciudad a venderlo.	Cuidar el campo para tener un buen ambiente.	Me gustaría que el campo tuviera ganado.
El campo nos da libertad y aire fresco.	Se hace quema de basura y eso daña el medio ambiente.	Me gustaría que el campo tenga naturaleza cuidada, que no corten los árboles y no hagan quema.
El campo nos da tranquilidad con sus frutos frescos. El campo nos da cultivos como la yuca, el plátano, el cacao, el café, etc...	Otra cosa mala, el agua está contaminada que afecta a los animales y afectan el medio ambiente.	Que no les echen químicos a las verduras
El agua ayuda a las plantas a crecer.	Mejorar el agua para los cultivos.	Deseo que no se gaste tanta agua en las arroceras.
El agua ayuda al medio ambiente, como las plantas.	Mejorar el medio ambiente.	Recoger las conchas de maduro, recolectar para hacer abono.
En el campo podemos sembrar cultivos frescos y venderlos para obtener dinero.	Los animales no los alimentan naturalmente, sino con químicos que no son buenos para ellos.	Deseo que no boten basura a los alrededores.
Las vacas sirven para obtener leche, queso y mantequilla.	Que los animales los alimenten bien, con agua y el alimento.	Deseo que los animales no sufran maltrato.
La lana sirve para obtener camasa.	Evitar las quemadas de árboles, la tala de árboles.	Deseo que las cosas del medio ambiente cambien, como no botar plásticos a las quebradas.
Las verduras crecen naturales en el campo.	Que en el campo se están acabando los cultivos.	Sembrar árboles y no talarlos.
Cuidar a los animales, alimentar los animales.	Que no maltraten los animales, como los del campo para que no dañen el medio ambiente.	Deseo que las cosas cambien para un mejor planeta.
Lo positivo es que la cebolla crezca normal. Agarrar el cacao para hacer chocolate.	En algunas fincas hay maltrato animal, envenenan a los animales.	Quisiera que en el campo no quemaran los árboles.
Que nosotros comemos comida saludable.	Algunas personas queman pasto.	También quisiera que no se acabaran los cultivos frescos, la gente necesita sembrar cultivos en el campo para ayudarles.
Lo que nosotros hacemos por el campo.	En algunas fincas desperdician agua.	Que no boten basuras en el medio ambiente y no contaminarlo.
Lo que obtenemos del campo.	Mejorar los cultivos en nuestro planeta.	No tener los grifos abiertos para que no se malgaste el agua.
La agricultura la amamos.	Mejorar nuestro riego.	
	No está permitido botar basura en ríos.	

adaptadas a estudiantes de Educación Básica Primaria

Los temas emergentes en el diagnóstico participativo con los estudiantes de los Grupos Ondas en el análisis de las fortalezas (lo positivo) giraron alrededor de la valoración de las riquezas naturales de sus comunidades, la agricultura y cría de animales, producción de alimentos, los paisajes rurales y la familia. En este mismo sentido, lo deficiente de las comunidades rurales se refieren al cuidado del medio ambiente, la contaminación y uso del agua, la tala y quema de árboles, la caza de los animales, el maltrato animal, el uso de agroquímicos y la deposición de desechos sólidos y líquidos. Sobre la mejora de los problemas identificados por los participantes emerge lo deseado, como estrategias para preservar el medio ambiente, la biodiversidad, la producción de alimentos, el disfrute de la naturaleza, la salud y la vida familiar.

Fase II: Alfabetización científica de Grupos Ondas en agricultura inteligente

La formación de competencias investigativas en los niños y niñas participantes de los Grupos Ondas de la Estancia siguió un doble proceso de capacitación. El primero de ellos se centró en la formación por expertos, durante 4 meses, de las dos Jóvenes Investigadoras (Ingenieras en Sistemas), previo al trabajo en las escuelas rurales, en herramientas didácticas de la educación rural, agricultura inteligente, plataformas climáticas, uso de drones en la agricultura, marketing digital, biotecnología agrícola, Sistemas de Información Geográfico, proyectos de investigación e innovación y Design Thinking.

El segundo momento fue el trabajo durante 7 meses en las instituciones educativas rurales para desarrollar la alfabetización científica de los participantes de los Grupos Ondas. Este proceso ameritó la creación de una cartilla didáctica sobre la agricultura inteligente con las herramientas tecnológicas a enseñar por las Jóvenes Investigadoras en las escuelas rurales (*figura 3*), con un lenguaje comprensible, actividades prácticas e imágenes

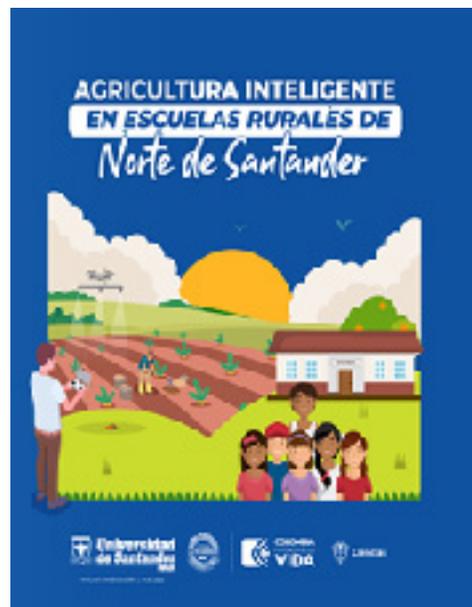


Figura 3: Cartilla didáctica sobre agricultura inteligente para Grupos Ondas de la Estancia con Propósito

El proceso de alfabetización científica con niños y niñas contempló una etapa de formación teórica de los Grupos Ondas, durante 4 meses, con acompañamiento pedagógico de 2 horas semanales por institución educativa, facilitado por las Jóvenes Investigadoras. A través de explicaciones teóricas, talleres, ejercicios prácticos y elaboración de prototipos los participantes fueron capacitados en las temáticas de agricultura inteligente, uso de plataformas climáticas en la agricultura, demostración práctica del uso de drones, marketing digital, biotecnología agrícola y sistemas de información geográfica (*figura 4*).



Figura 4. Capacitación teórica de Grupos Ondas sobre agricultura inteligente

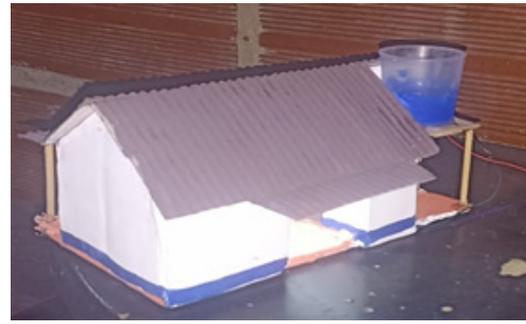
Una vez concluida la formación teórica de los Grupos Ondas se inició el proceso de elaboración de proyectos de innovación organizando grupos de trabajo constituidos entre 3 y 4 integrantes, de acuerdo al tamaño del Grupo Onda institucional, al interior de los cuales los subgrupos analizaron casos de cultivos o de cría de animales de su interés e identificaron las mejoras mediante la incorporación de las herramientas de la agricultura inteligente. En las 10 escuelas adscritas a la Estancia se identificaron 58 proyectos de innovación y se comenzó el proceso de creación de los prototipos utilizando la metodología de Design Thinking (tabla III), en las fases de empatía, selección de ideas, selección de las herramientas tecnológicas y elaboración de prototipos, representando cada caso de estudio en maquetas 3D de tamaño de 50 centímetros de largo, 40 centímetros de ancho y 20 centímetros de alto, construidas con materiales de la zona y otros provistos con el presupuesto de la Estancia. En esta fase de Alfabetización Científica las Jóvenes Investigadoras realizaron asesorías grupales semanales a los Grupos Ondas (tabla IX, figuras 5 y 6)

Tabla IX. Proyectos de innovación de los Grupos Ondas de la Estancia con

Propósito

Tecnologías inteligentes en el cultivo y cría de animales en la Vereda la Angelita	Uso de los drones de ala fija para el control de plagas en hortalizas	Uso de sensores en la cría de pollos y del marketing digital en la Vereda la Don Juana
Plataformas climáticas en la agricultura del café	Proceso agroindustrial para la elaboración de yogurt de fresa y comercialización con marketing digital	Uso herramientas tecnológicas de vigilancia en el cultivo de arroz en la Vereda la Angelita.
Drones para fumigar el arroz en el municipio El Zulia	Proceso agroindustrial para la elaboración de dulce cortado de leche y comercialización con marketing digital	Proceso agroindustrial para la elaboración de suero costeño y comercialización con marketing digital
Invernadero para hortalizas con plataformas climáticas	Dron de riego en el cultivo de arroz en el municipio El Zulia	Dron de riego en el cultivo de arroz en el municipio El Zulia
Proceso agroindustrial para la elaboración de Yogurt y comercialización con marketing digital	Criadero inteligente de cachama en el municipio Santiago	Uso de la agricultura inteligente en el cultivo de naranjas
Ecosistema autosostenible para el cultivo de durazno en el municipio El Diamante	Uso de drones en el cultivo de arroz en la Vereda la Angelita.	Tecnologías inteligentes en la producción, transformación y venta de productos derivados de plantas y animales en la Vereda la Angelita
Medidas de la finca y sus cultivos usando sistemas de información geográfica	Proceso agroindustrial para la elaboración de requesón y comercialización con marketing digital	Cría de vacas lecheras, transformación y comercialización de productos lácteos en el sector La Chacara.
Mas producción de cacao con agricultura inteligente	Proceso agroindustrial para la elaboración de pasta de tomate y comercialización con marketing digital	Transformación agroindustrial y comercialización digital de la yuca en el corregimiento de Cornejo.
Mas producción de caña con agricultura inteligente	Proceso agroindustrial para la elaboración de cocadas y comercialización con marketing digital	Uso de la biotecnología agrícola en el cultivo de arroz en el municipio El Zulia
Drones para los cultivos de arroz en el municipio El Zulia	Drones de vigilancia en la ganadería en el municipio Santiago	Uso de drones en el cultivo de mango y del marketing digital para su comercialización el municipio Villa del Rosario
Proceso agroindustrial para la elaboración de chocolate artesanal y comercialización con marketing digital	Drones en la agricultura en el cultivo de hortalizas en el municipio Villa del Rosario	Drones en la agricultura en el cultivo de hortalizas en el municipio Villa del Rosario
Generador manual energía para alumbrado rural en la vereda La Angelita	Producción en invernadero y comercialización de frijol en el municipio de Pamplona	Cultivo de maíz con herramientas tecnológicas en el Corregimiento de Cornejo.
Proceso agroindustrial para el aprovechamiento de conchas de naranja en almibar y confitadas	Uso de sensores en la cría de vacas y comercialización de productos derivados en la Vereda el Diamante.	Uso de tecnologías inteligentes en el cultivo de arroz en la Vereda Camilandia.
Proceso agroindustrial para la elaboración de jabón de café y comercialización con marketing digital	Uso de drones en el cultivo de tomate en la Vereda la Don Juana.	Uso de drones de vigilancia en la piscicultura en el municipio El Zulia
Sistema de riego inteligente para el cultivo de hortalizas en el municipio Villa del Rosario	Transformación Agroindustrial y comercialización digital de frutas en la recta de los Álamos.	Aplicación de sensores en la ganadería en el municipio El Zulia
Sensores climáticos en la producción agropecuaria del municipio Pamplonita	Tecnologías inteligentes para cultivo de uvas y cría de vacas en el municipio de Pamplona.	Implementación herramientas tecnológicas en el cultivo de café en el sector El Diamante
Drones en la agricultura en el municipio Durania	Vigilancia de cultivos y animales con la ayuda de drones la Vereda en El Porvenir	Construcción de un robot multiuso para las fincas
Cultivo y comercialización digital de aguacate con tecnologías inteligentes en la Don Juana.	Uso de herramientas tecnológicas en los cultivos de la finca los Laguados.	Uso de la tecnología del dron en la piscicultura en la vereda Camilandia.
Invernadero inteligente de cilantro y cimarrón en el municipio Chinacota	Utilización de herramientas tecnológicas en la producción y comercialización de la cebolla cabezona en la finca de Doña Rosa en el municipio de Chinacota.	Drones en la agricultura en el municipio Chinacota

Figura 5. Representación de los proyectos de los Grupos Ondas del uso de la agricultura inteligente



Tecnologías inteligentes en la cría de vacas lecheras, transformación y comercialización de productos lácteos en el sector la Chácara, Grupo Ondas de la Institución Educativa Rural “La Angelita”, municipio El Zulia



Tecnologías inteligentes en la cría de cachamas en la vereda La Amarilla del municipio de Santiago, Grupo Ondas de la Institución Educativa Santiago Apóstol, municipio Santiago

Figura 6. Prototipos elaborados por los Grupos Ondas sobre agricultura inteligente



Fase III: Transferencias de experiencias en Días de Campo

En cumplimiento de las Fases de Popularización y Democratización de la Ciencia, del Enfoque CTS, se desarrolló una primera socialización de los productos en un Día de Campo Escolar, en los cuales los Grupos Ondas exhibieron los proyectos dentro de sus escuelas, dispuestos en estaciones de estudio para que los pares estudiantiles, los docentes y el personal de apoyo conocieran e interactuarán con los participantes, permitiendo transferir sus experiencias en agricultura inteligente y, al mismo tiempo, recibir retroinformación para la mejora de sus prototipos. La segunda socialización de los productos de los Grupos Ondas se desarrolló en Días de Campo Comunitarios, en fincas cercanas a las instituciones educativas para la presentación de los proyectos a agricultores y demás actores sociales de las comunidades, propiciando un diálogo de saberes entre los productores y los estudiantes como proceso de transferencia tecnológica y de aprendizaje experiencial de los niños y niñas de los Grupos Ondas.

Figura 7. Días de campo de los Grupos Ondas de la Estancia de agricultura inteligente





Discusión de los Resultados

La formación de competencias investigativas, como estrategia de promover vocaciones científicas iniciales, sobre agricultura inteligente en niños de escuelas rurales en las referencias de artículos publicados en bases de datos indexadas es ausente, no obstante, existen numerosos estudios referidos a teorizaciones, descripciones y aplicaciones de herramientas tecnológicas digitales en la agricultura que son útiles para triangular la experiencia realizada con niños campesinos durante la Estancia con Propósito.

Los conocimientos, percepciones y actitudes de los pequeños agricultores de las innovaciones tecnológicas frecuentemente son vistos desde los ámbitos de las competencias cognitivas, acceso a las tecnologías y tendencias de resistencias al cambio tecnológico. Leso y Peruchi (2022) afirman que la lentitud en el proceso de digitalización de la agricultura se debe a las deficiencias en las infraestructuras tecnológicas de apoyo, la falta de conocimientos de los agricultores y a las resistencias en la adopción de tecnologías por los pequeños y medianos productores, y Bert (2021) adiciona la

falta de políticas públicas para la implementación de innovaciones tecnológicas en el campo. Estas limitantes son importantes en la agricultura familiar campesina, de naturaleza tradicional, ligada generacionalmente a producir alimentos frescos para los mercados locales y expuestas a las variaciones climatológicas. En los hallazgos de la investigación se encontró que los niños y niñas se han ido apropiando de los avances tecnológicos de la telefonía digital, asequibles a sus medios económicos y cognitivos, y, por lo tanto, es posible proseguir con un proceso de alfabetización más amplio en agricultura inteligente, mejorando sus capacidades y habilidades y haciendo posible su adquisición y uso para apoyar los procesos de producción y comercialización agrícola.

La pequeña agricultura, y los agricultores tradicionales que la practican, para alcanzar los objetivos que permitan la introducción de innovaciones tecnológicas debe plantearse grandes desafíos para avanzar en la escalabilidad de las herramientas, costos asequibles de los dispositivos y adaptación a fincas pequeñas con topografías irregulares (montaña) (Pérez et al., 2019), con equipos inalámbricos y con ahorro energético (Ossa, 2017) y adaptados a sus culturas rurales y contextos socio ambientales (Ramos, 2017). Lo anterior implica la necesaria disposición de políticas públicas de desarrollo rural para el establecimiento de las infraestructuras tecnológicas en los territorios, programas de educación rural para los agricultores y currículos orientados a la formación tecnológicas de los niños y niñas que asisten a las escuelas rurales.

Durante el proceso de investigación en la etapa de diagnósticos participativos se observó la apropiación de los niños y niñas del uso de teléfonos celulares inteligentes, utilizados en la vida cotidiana e incipientemente en búsquedas de información agropecuaria y en la venta de productos por las redes sociales (WhatsApp, Facebook e Instagram), estos avances cognitivos y actitudinales son importantes para superar gradualmente las resistencias al cambio y fortalecer las competencias de los agricultores, especialmente los más jóvenes, en innovaciones

tecnológicas de la agricultura emergente. En ésta, el uso del celular permite el registro y control de las labores agrícolas (Gómez et al., 2021) y la utilización consciente de IoT puede apoyar todo el proceso de producción, cosecha y comercialización (Pérez et al., 2019) a través de la monitorización y automatización y gestión de los cultivos (Dávila, 2023), con sensores directamente en campo (López-Chacón y Martínez-García, 2018), midiendo variables de temperatura y humedad relativa del suelo (Ossa, 2017), con procesamiento de imágenes, aprendizaje automático y georreferenciación en tiempo real (Segui y Artilles, 2022) que permiten el reconocimiento de plagas y enfermedades de los cultivos (Galán, 2021) para estimar el momento y las necesidades de control de organismos fitopatógenos y de la cantidad de fertilizantes y de agua de riego (Acero y Lanchipa, 2021). Con tecnologías digitales amigables y de bajo costo los pequeños agricultores pueden mejorar la gestión de sus procesos productivos y enfrentarse con solvencia a las variaciones climáticas que inciden sobre sistemas abiertos de agricultura no protegida ambientalmente.

De otra parte, la formación de competencias investigativas en los niños campesinos para la transformación productiva de los territorios rurales, mediada por el uso de tecnologías inteligentes, es una apuesta que tiene la educación rural para contribuir al arraigo de las generaciones rurales al campo, a elevar los niveles de calidad de vida de la población rural y a producir sosteniblemente en ambientes climáticos complejos y vulnerables (Núñez-Rodríguez, 2021). Estos cambios requieren de transformaciones estructurales en las políticas dirigidas a la educación rural, a la formación universitaria de los docentes, a una continua alfabetización científica en tecnologías agrícolas digitales y la adecuación de las infraestructuras físicas de las escuelas y de los servicios de apoyo de la educación rural. Sobre este sector de la educación son escasos los estudios hallados en las bases de datos.

Una educación en agricultura inteligente desde las escuelas rurales urge de la formación de

conocimiento especializado en los maestros rurales para incorporar los retos del sector agrario futuro (Ramos, 2017), sobre inteligencia artificial, robótica avanzada, IoT (Ronald, 2022), uso de dispositivos móviles en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Palacios et al., 2018) y softwares libres (Álvarez, 2017). Un aspecto importante de abordar por la educación rural es la valoración del trabajo rural por los niños que acuden a las escuelas rurales. Tarifeño (2015) encontró que el aprendizaje y los conocimientos de los niños sobre agricultura recibe poca valoración por los padres, quienes los aprecian como apoyo, y negativamente por los docentes, quienes los castigan con inasistencias, pero con alta apreciación por los niños por sus vivencias lúdicas y espacios para el aprendizaje. En este sentido, la escuela rural debe centrar su accionar educativo en el contexto rural y las necesidades de aprendizaje de los niños rurales (Aguilar y Monge, 2000). En este sentido, el aprendizaje experiencial y lúdico es esencial para la formación de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en los estudiantes de Educación Básica Primaria, que les permita aprender jugando, creando, innovando e imitando procesos tecnológicos para mejorar la agricultura de sus comunidades.

La significativa contribución de la escuela rural, para muchos niños campesinos su único nivel de formación académica posible, a la formación de sujetos con una visión diferente del negocio de la agricultura y del trabajo rural, permitirá el desarrollo de la agricultura del futuro y de los agricultores del mañana. Niños y jóvenes que desde la escuela rural aprendan a utilizar, de manera sencilla y práctica, tecnologías avanzadas de información y comunicación para producir más alimentos con menos recursos naturales (Sordi, y Vaz, 2021), con una agricultura inteligente que utiliza disciplinas como la nanociencia, biotecnología, ciencia cognitiva y los sistemas complejos (Fonseca et al., 2020), tecnologías disruptivas de Big Data, IoT, IA, computación en la nube y percepción remota (León-Pérez, 2019), para el uso eficiente de los insumos como fertilizantes y pesticidas (o sustitución de

ellos), reducción de costos, control del ganado, agricultura de interiores, invernaderos y establos, piscicultura, uso de los recursos hídricos, monitoreo del almacenamiento en tanques de agua, silos, entre muchos (Pérez et al., 2019), es decir la formación interdisciplinaria de los agricultores para actuar en ambientes futuros complejos, cambiantes e inciertos.

Conclusiones

Los diagnósticos participativos realizados con los niños y niñas de los Grupos Ondas indicaron dominios y actitudes sobre las fortalezas, debilidades y estrategias de mejora de los procesos productivos de sus entornos rurales, con especial énfasis en el medio ambiente, alimentación, vida familiar y cuidado y disfrute de los recursos naturales.

La experiencia de la Estancia con Propósito devela la apropiación por los niños y niñas escolares de tecnologías de comunicación digital, redes sociales y de internet de las cosas (IoT), utilizadas en la vida cotidiana y de manera incipiente para apoyar los procesos educativos, la producción agrícola y la comercialización de los productos. Estos avances son importantes para proseguir un proceso de educación científica en agricultura inteligente de las nuevas generaciones de campesinos.

La participación de los niñas y niños de los Grupos Ondas fue activa y entusiasta al abordar temáticas para ellos innovadoras y desconocidas dentro de su proceso de formación normal en la escuela rural, evidenciada en la pertinencia y creatividad de los productos elaborados en los talleres grupales, estudios de casos, prototipos de drones elaborados con materiales reciclables, la aplicación del marketing digital para comercializar productos de sus fincas, y en la creación de diversidad de prototipos sobre cultivos y crías de animales con incorporación de las herramientas enseñadas durante la Estancia con Propósito.

La agricultura del futuro y los agricultores del mañana, emergen en esta experiencia de investigación con niños y niñas campesinos, como una categoría

posible, pero plantea un desafío para la educación rural que requiere de políticas públicas, formación de competencias tecnológicas de los docentes, creación de las infraestructuras tecnológicas de soporte y el diseño de currículos y estrategias pedagógicas orientadas a transformar los territorios rurales, como requisito esencial para superar las brechas de la pobreza rural, disminuir la migración generacional, garantizar la seguridad alimentaria de la población urbana y mitigar los efectos del cambio climático en la agricultura.

Financiamiento

La investigación se desarrolló en el marco de la Estancia Postdoctoral con Propósito “Agricultura inteligente en escuelas rurales vulnerables del departamento Norte de Santander”, del Programa Ondas, financiada por MINCIENCIAS en el contrato 112721-075-2023, durante el período del 01 de septiembre de 2023 al 25 de agosto de 2024.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido por las autoridades de la UDES, especialmente de las Dras. Fabiola Aguilar, Vicerrectora de Investigaciones, y Zulmary Nieto Sánchez, Coordinadora del Departamento de Investigaciones y; la Secretaria Departamental de Educación en las personas del Dr. Campo Elías Alvarado y profesora Judith Peñaranda, a los Rectores y Docentes Coinvestigadores de las Instituciones Educativas Rurales.

Referencias

Acero Catacora, C.C. y Lanchipa Valencia, E. (2021). “Implementación de un sistema de internet de las cosas para optimizar la gestión del agua en la agricultura de la Región Tacna”, *Ingeniería Investiga*, 3(1), 519–533. <https://doi.org/10.47796/ing.v3i1.478>

Aguilar, M. y Monge, M. (2000). *Hacia una pedagogía rural*, Universidad Nacional de Costa Rica y Universitat Utrecht de Holanda, ISBN:

- 9968-739-06-5, Universidad Nacional de Costa Rica: Autor.
- Almeida Maldonado, E., Camejo Barreiro, L.E. y Santiesteban Toca, C.E. (2017). “La fertirrigación inteligente, pilar de una agricultura sostenible”. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 11(3), 36-49. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992017000300004&lng=es&tlng=pt.
- Álvarez, A. (2017). “Propuesta para el uso del internet de las cosas con herramientas de software libre aplicado a la educación”, Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/3410>
- Anaya Figueroa, T., Montalvo Castro, J., Calderón, A.I. y Arispe Alburqueque, C. (2021). Claudia, “Escuelas rurales en el Perú: factores que acentúan las brechas digitales en tiempos de pandemia (COVID-19) y recomendaciones para reducirlas”, *Educación*, 30(58), 11-33. <https://dx.doi.org/10.18800/educacion.202101.001>
- Bejarano Ramos, C. (2017). *Agricultura Climáticamente Inteligente y cambio climático: desafíos y retos de Colombia para mitigar y adaptar el sector agropecuario* (Capítulo de libro) en Retos y compromisos jurídicos de Colombia frente al cambio climático. Editores Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/dc33452e-4736-46ce-a354-9ac29f89939f/content>
- Bert, F. (2021). “La digitalización de la agricultura, proceso necesario para la transformación positiva de los sistemas alimentarios” Blog IICA. <https://blog.iica.int/blog/digitalizacion-agricultura-proceso-necesario-para-transformacion-positiva-los-sistemas>
- Dávila Chaucanés, J.O. (2023). “Desarrollo de un prototipo de agricultura inteligente basado en IoT para la empresa “Alimentos especiales procesados C.A.”, Trabajo de Grado Pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25058>
- Detsch, C. (2018). *La transformación social-ecológica del sector agrario en América Latina*, Friedrich-Ebert-Stiftung, Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica, ISBN: 978-607-8642-07-6. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/15196.pdf>
- Espinosa, A., Ponte, D., Gibeaux, S. y González, C. (2021). “Estudio de Sistemas IoT Aplicados a la Agricultura Inteligente”, *Revista Plus Economía*, 9(1), 33-42. <https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/479>
- Farah, M.A y Pérez, E. (2003). “Mujeres rurales y nueva ruralidad en Colombia”, *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 2003, 137-160. <https://www.redalyc.org/pdf/117/11705107.pdf>
- Febriani, I. y Lokantara, I.G. (2017). “Community participation towards the value of traditional architecture resilience, on the settlements’ patters in Tenganan village, Amlapura”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 99(1), 1-9. 10.1088/1755-1315/99/1/012018
- Fonseca Silveira Massruhá, S.M., de Andrade Leite, M.A., Luchiari Junior, A. y S.R. Medeiros Evangelista, S.R. (2020). *A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente*, em Agricultura Digital: Pesquisa, Desenvolvimento E Inovação Nas Cadeias Produtivas. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217698/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap1.pdf>
- Forero, N. y González, C. (2020). “Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) en Colombia: diagnóstico y retos de política pública”. *Coyuntura*

- Económica: Investigación Económica y Social*. 50, 211-247. <http://hdl.handle.net/11445/4053>
- Galán, J.L. (2021). “Sistema inteligente de reconocimiento de imágenes para apoyar el diagnóstico de plagas y enfermedades en el cultivo de arroz en el departamento de Lambayeque en el año 2019,” Trabajo de Grado de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3216>
- Grisa, C. y Sabourin, E. (2019). *Agricultura Familiar: de los conceptos a las políticas públicas en América Latina y el Caribe*. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, FAO. HAL Id: hal-02776075, <https://hal.science/hal-02776075>
- Gobernación del departamento Norte de Santander (2024). *Plan de desarrollo para Norte de Santander 2024-2027 “Norte, territorio de paz”*. <https://administrador.nortedesantander.gov.co/wp-content/uploads/2024/05/5-PDD-2024-2027-PO-016-2024.pdf>
- Gómez Pelló, E. (2015). “Aspectos teóricos de las nuevas ruralidades latinoamericanas”, *Gazeta de Antropología*, 31 (1), 2015. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/10473/AspectosTeoricosNuevas.pdf>
- Gómez Ramírez, M., Nilson, N.M. y Herrera Ramírez, R. (2021). “Caracterización agrícola de pequeños agricultores en aplicación de buenas prácticas agrícolas en el municipio de Argelia, Valle del Cauca, Colombia”, *Acta Agronómica*, 70(1), 49-56. <https://doi.org/10.15446/acag.v70n1.86537>
- Gordillo, M.M. (2017). El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)-Paraguay. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u38/CTS-M.Gordillo-modulo-3.pdf
- Iglesias, A., Quiroga, S., Diz, A. y Garrote, L. (2011). “Adapting agriculture to climate change”. *Revista Economía Agraria y Recursos Naturales.*, 11(2), 109-122. <http://dx.doi.org/10.7201/earn.2011.02.05>
» <http://dx.doi.org/10.7201/earn.2011.02.05>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2000). *Jóvenes y nueva ruralidad: Protagonistas actuales y potenciales del cambio*, 52. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/9915>
- León-Pérez, J.C. (2019). “Impacto de las tecnologías disruptivas en la percepción remota: big data, internet de las cosas e inteligencia artificial”, *UD y la Geomática*, 14, 54-61. <https://doi.org/10.14483/23448407.15658>
- Leso, B.H., Enrique, D.V. y Peruchi, D.F. (2022). “O papel do ecossistema de inovação para desenvolver uma agricultura inteligente”, *Exacta*, 20(1), 140–158. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.17362>
- López-Chacón, R. y Martínez-García, H. (2018). “Sistema de Bajo Coste para la Medida y Monitorización en Agricultura Inteligente”, *SAAEI2018-LIBRO DE ACTAS*, 250-256, https://www.academia.edu/110316457/Sistema_de_bajo_coste_para_la_medida_y_monitorizaci%C3%B3n_en_agricultura_inteligente
- Loyola Jiménez, C. (2022). “HuertPOD: propuesta de minihuerto inteligente para la educación de huertos urbanos enfocado en niños y niñas en contexto de departamento”, Trabajo de Grado de Pregrado, Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188126>
- Luengo González, E. (2021). La metamorfosis de la universidad, homenaje a Edgar Morin

- Guadalajara México: ITESO
<https://books.google.com/books?id=et4SEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Melgar, M. (2018). “Agricultura digital o agricultura 4.0” en Memoria de presentación de resultados de investigación”, Zafra 2017-2018, Guatemala. <https://cengicana.org/files/2018091813553326.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). (2023). *Invitación a Presentar Propuestas para el Desarrollo de la Iniciativa “Estancias Con Propósito”*. <https://vicerectorias.utp.edu.co/viie/propuestas-para-el-desarrollo-de-la-iniciativa-estancias-con-proposito-del-programa-ondas/>
- Moreira, D. y C. Castro, C. (2016). “Lechería climáticamente inteligente: Adaptación y mitigación en el trópico húmedo”, Proyecto EUROCLIMA-IICA. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/3012>
- Núñez Rodríguez, J.J., Arámbula García, C.I., González Verjel, M.S. y Carvajal Rodríguez, J.C. (2021). “Efectos económicos de la pandemia del Covid-19 en el consumo de hortalizas en los hogares en la ciudad de Cúcuta, Colombia”, *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 7(14), 1753–1765. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i14.12946>
- Núñez Rodríguez, J.J., Carvajal Rodríguez, J.C., Carrero Carreño, D.M. y Mendoza-Ferreira, O. (2018). “Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana”, *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 4(7), 824–833. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6309>
- Núñez-Agurto, D., Benavides-Astudillo, E., Rodríguez, G. y Salazar, D. (2020). “Propuesta de una Plataforma de Bajo Costo Basada en Internet de las Cosas para Agricultura Inteligente”, *Cumbres*, 6(1), 53-66. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v6n1a5>
- Núñez-Rodríguez, J. (2021). “Climate Change Education: Why to Train to Cope With Environmental Uncertainty, Vulnerability and Complexity?”, *Revista Electrónica Educare*, 25(2), 513-524. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.25-2.28>
- Núñez-Rodríguez, J.J. (2021). “Una escuela para los niños migrantes climáticos: desafíos para la educación en tiempos de cambio climático”, *rev.perspect*, 6(1), 114–121. <https://doi.org/10.22463/25909215.2929>
- Ojeda Beltrán, A. (2022). “Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia”, *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 9-18. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.02>
- Ossa Duque, S.I. (2017). “Monitoreo y control de variables ambientales mediante una red inalámbrica para agricultura de precisión en invernaderos”, *Revista Vector*, 12, 51–60. <https://doi.org/10.17151/vect.2017.12.6>
- Palacios, J.J., Palacio, H.E. y González, R. (2018). “Educación versus tecnología y su convergencia hacia la IA”. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(2), 186-194. <https://doi.org/10.14483/2322939X.14114>
- Pérez, M.R., Mendoza, M.A. y Suarez, M.J. (2019). “Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura” *Revista Espacios*, 40(18). <https://revistaespacios.com/a19v40n18/a19v40n18p06.pdf>
- Pursell, S. (2024). “Qué es el design thinking, definición, características y usos”, 2024. <https://blog.hubspot.es/marketing/design-thinking>

- Quintero Pulgar, J. (2021). “Sistema para el manejo de datos climáticos de pequeñas producciones agrícolas bajo invernadero: un acercamiento a la agricultura inteligente” Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81046/1015994669.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos Sandoval, R. (2017). “Investigación sobre los factores determinantes de la innovación y el uso de servicios intensivos en conocimiento en la producción agraria”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Valencia, España. <http://hdl.handle.net/10251/94623>
- Ronald, E.G. (2022). “¿Cómo hacemos para que la agricultura sea atractiva para la próxima generación?”, *Boletín El Palmicultor*, 600, 6–7. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/13723>
- Rosales-Soto, A. y Arechavala-Vargas, R. (2020). “Agricultura inteligente en México: Analítica de datos como herramienta de competitividad”, *Vinculatégica EFAN*, 6(2), 1415–1427. http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica6_2/37_Rosales_Arechavala.pdf
- Ruiz Rivera, N. y Delgado Campos, J. (2008). “Territorio y nuevas ruralidades: un recorrido teórico sobre las transformaciones de la relación campo-ciudad”, *EURE* (Santiago), 34(102), 77-95. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612008000200005>
- Sánchez Lozano, C.F. (2019). *El maestro como mediador coinvestigador*. Bogota, Colombia: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. ISBN (impreso): 978-958-8290-88-1, ISBN (digital): 978-958-8290-89-8. https://www.academia.edu/109399422/El_maestro_como_mediador_en_la_formaci%C3%B3n_de_investigadores_a_trav%C3%A9s_de_Proyectos
- Seguí Padrón, G.G. y Artiles Brito, J.F. (2022). “Propuesta de servicio 5G para la agricultura inteligente en Cuba”. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 3(1), e135. <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/135>
- Sepúlveda Morales, F.A. (2022). “Acceso a la agricultura digital y tecnologías de información y comunicación para mejorar la comercialización de pequeños productores hortícolas y de berries de la región del Maule”, Trabajo de Grado de Pregrado, Universidad de Talca, Chile. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/12888>
- Sordi, V.F. y Vaz, S.C.M. (2021). “Os Principais Desafios para a Popularização de Práticas Inovadoras de Agricultura Inteligente”, *Desenvolvimento Em Questão*, 19(54), 204–217. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2021.54.204-217>
- Tarifeño Ramírez, M.A. (2015). Trabajo infantil y escolaridad en zonas rurales. Caso valle Huarmey, Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4625>
- Vázquez Palacios, F.R. (2013). “Envejeciendo en las tradicionales y nuevas ruralidades”, *Intersticios sociales*, (5), 1-29. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-49642013000100007&lng=es&tlng=es
- Zamora Silva, G.L. (2023). “Agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático”, Trabajo de Grado Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14894>