

Desarrollo de Sistemas de Automatización con Internet de las Cosas para Invernaderos Adaptables a Espacios Reducidos

Development of Automation Systems with Internet of Things for Greenhouses Adaptable to Small Spaces

Eduardo Berra-Villaseñor^a, José Rodrigo Cuautle-Parodi^a, Ana María Teresa García-García^a, Mónica Pérez-Castañeda^a, Mauricio Piñón-Vargas^a

Resumen

La educación alimentaria es una prioridad de la sociedad contemporánea, ya que permite a los integrantes de la misma concientizarse sobre la cadena productiva de alimentos y el deterioro ambiental causado por prácticas poco éticas para producción de alimentos.

La educación con apoyo de la tecnología permite el compartir información de una manera casi inmediata, pero si se complementa con tecnología que permita optimizar la producción de alimentos en un invernadero automatizado, será posible cultivar en lugares reducidos, que requieren poca disponibilidad de tiempo para su monitoreo y control. Además, los usuarios se involucrarán en los aspectos esenciales de la educación alimentaria y nutricional.

El objetivo del presente trabajo es presentar los avances en el diseño de un prototipo de invernadero automatizado con Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), que contribuya a complementar actividades de enseñanza y aprendizaje mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), donde a través de la parte práctica, se proporcionan conceptos y se desarrollan prácticas que fortalecen la educación alimentaria y nutricional.

Palabras clave: educación alimentaria, educación nutricional, automatización, IoT, invernadero, hidroponía.

^a Universidad del Valle de Puebla, calle 3 sur No. 5759, Col. El Cerrito, C.P. 72440, Puebla, Puebla, México.

Abstract

Nutrition education is a priority of contemporary society because it allows its members to create awareness about the food production chain and environmental deterioration caused by unethical food production practices.

Education with the support of technology allows the sharing of information almost immediately. However if it is accompanied by the technology to optimize food production in an automated greenhouse, cultivation will be possible in small places that require little time for its monitoring and control. In addition, users will be involved in the essential aspects of food and nutrition education.

The objective of this paper is to present the advances in the design of an automated greenhouse prototype with IoT (Internet of Things). This complements teaching and learning activities through the methodology of Project-Based Learning (PBL), where through the practical aspect, concepts are provided and practices are developed that strengthen food and nutrition education.

Keywords: food and nutrition education, automation, IoT, greenhouse, hydroponics.

Correspondencia: Mauricio Piñón Vargas
Universidad del Valle de Puebla
Correo electrónico: mauricio.vargas@uvp.edu.mx

Introducción

La época contemporánea ha sido en donde se ha suscitado una mayor cantidad de revoluciones, avances científicos y cambios debidos a la tecnología y al conocimiento que han generado los seres humanos. Estas evoluciones y revoluciones se observan en el desarrollo de la tecnología de la comunicación mediante los teléfonos inteligentes, la inteligencia artificial, el avance en la medicina, el desarrollo de tecnología espacial y en una variedad considerable de disciplinas científicas donde se ha visto implícita la tecnología.

Una de las preocupaciones más importantes, y sobre la que se han centrado muchos esfuerzos en todos los sentidos, es la actual capacidad de producir alimentos suficientes, en cantidad y calidad, para una población que crece a un ritmo acelerado. En los estudios sobre la alimentación realizados por Harris (2011a), Harris (2011b) y Harris (2011c), se menciona que el crecimiento poblacional y la búsqueda de alimentos han sido los dos factores que han modificado el terreno, la geografía de los espacios y al mismo tiempo el clima.

Lo anterior ha traído, con el paso de los siglos, un cambio radical al clima actual que se puede apreciar con tormentas más intensas, veranos más cálidos y desaparición de la diversidad alimenticia, derivado ello de que algunas especies vegetales no se encuentran adaptadas a estos cambios de clima y solo sobreviven las especies aclimatadas o las transgénicas.

El crecimiento poblacional, pero sobretudo la concentración de los seres humanos en las zonas urbanas, ha tenido como consecuen-

cia impedir a los habitantes de las ciudades el acceso a alimentos orgánicos, y al mismo tiempo, les ha imposibilitado cultivarlos de manera propia, debido a los espacios restringidos en donde se convive.

En la zona rural la vida es diferente, se tiene un gran espacio para cultivar alimentos de alto valor nutritivo, pero por la pobreza, la falta de oportunidades o el desconocimiento, las posibilidades alimenticias son limitadas. De acuerdo con Bernastein (2011) los productores agrícolas sufren por no poder producir de acuerdo con las necesidades del mercado global, dejando el trabajo a compañías multinacionales con poca ética sobre los cambios climáticos provocados por prácticas agrícolas.

Bajo este panorama, México se ha unido a los esfuerzos internacionales relacionados con el logro de la seguridad alimentaria mundial, como un derecho establecido en la Cumbre Mundial de 1996 y en la Cumbre Mundial de la Alimentación seis años después, en 2002. En estas reuniones se reafirma el derecho de cualquier persona al acceso de alimentos inocuos y nutritivos, que le permitan tener una alimentación apropiada y no padecer hambre (Food and Agriculture Organization, 2011).

En México se pone en marcha en 2007, el Programa de Seguridad Alimentaria (PESA), de manera conjunta con la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization), para combatir la pobreza alimentaria de zonas rurales (Figura 1), a través de acciones que impactan la producción de alimentos y que aseguran el acceso a alimentos y fomento del comercio en zonas de alta y muy alta marginación (Zapata et al., 2016).

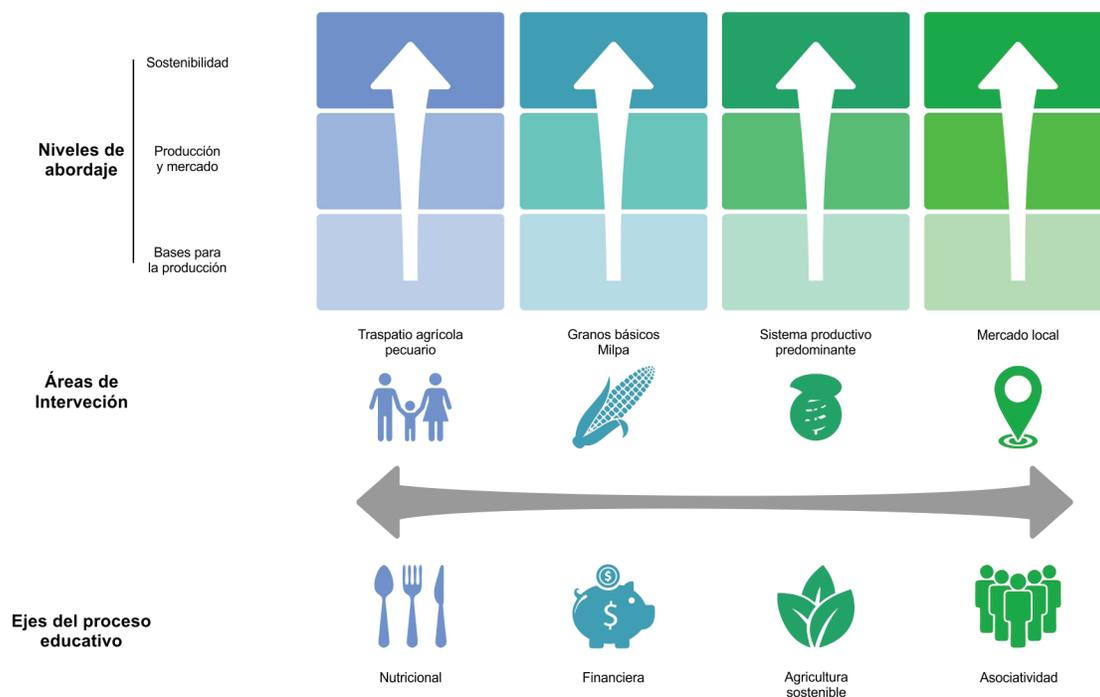


Figura 1. Estrategia de desarrollo para la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN).

Fuente: Elaboración propia basada en Zapata et al. (2016, p. 6) y Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2014, p. 12).

Durante el sexenio 2012-2018, el programa se transformó en la Cruzada Nacional contra el Hambre, que estableció de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2017), los siguientes objetivos:

- Cero Hambre a partir de una alimentación y nutrición adecuadas a la población en extrema pobreza y con carencia alimentaria severa.
- Eliminación de la desnutrición infantil aguda y mejoramiento de los indicadores de crecimiento de niños y niñas en la primera infancia.
- Aumento de la producción y, en su caso del ingreso, de los productores agrícolas de menor escala.

A partir de lo anterior se observa que existe una necesidad latente de la educación alimentaria debido al problema mundial en materia de alimentación y que esta, es una estrategia mundial para fortalecer y promover la seguridad alimentaria en diferentes países del mundo (Food and Agriculture Organization (FAO), 2015).

La educación como práctica para el futuro

La educación es uno de los elementos más importantes para los países y la cultura ya que gracias a ella se promueve el cambio social, la mejora en la vida de las personas y la solución de los problemas con repercusiones de carácter micro en un contexto macro.

De acuerdo con lo descrito por Monsalve (2014), la educación es una de las herramientas principales que permite el cambio y transformación social de los pueblos. Sin embargo, para que esta sea capaz de generar un cambio sostenido y efectivo, debe reforzarse desde la formación temprana (pre escolar) hasta la universidad.

Lo mismo pasa con la educación alimentaria y nutricional, la que debe reforzarse en todos los niveles educativos para coadyuvar a la generación de una cultura alimentaria que reduzca los actuales hábitos alimenticios relacionados con el consumo preferencial hacia los carbohidratos y variedad de carnes, restándole interés y valor a la producción de algunas frutas y verduras, derivado ello de la transición alimentaria de la población, hacia regímenes alimenticios más ricos en grasas y calorías.

Adicionalmente hay un claro desinterés y desconocimiento de la manera en que los alimentos se producen, lo que conlleva a la desvalorización del trabajo del campo y al reconocimiento de la importancia de la generación de alimentos de una manera inocua y oportuna.

Ante este panorama, las escuelas juegan un papel estratégico al educar con un enfoque hacia el cambio que, a través de un análisis reflexivo de la problemática social y mediante la aplicación del conocimiento derivado y generado en las universidades, logre la transformación necesaria para alcanzar el bienestar de las personas (GUNI, 2014).

Por lo anterior, la implementación de la tecnología con fines educativos es una tendencia adecuada pero que no implica necesariamente la utilización de la misma en contra del ser humano, sino que también conlleva la posibilidad de que todo el desarrollo tecnológico trabaje a favor del ser humano, mejorando su calidad de vida, que es uno de los propósitos de la cultura alimentaria y nutricional.

Aprendizajes Basados en Proyectos (ABP)

La aplicación de la tecnología con fines educativos es una práctica que no se debe confundir con la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ya que mientras estas últimas tienen como base el flujo de información y de contenidos multimedia de manera asincrónica, la tecnología aplicada con fines educativos tiene su base en los desarrollos tecnológicos empleados como una estrategia para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los denominados Aprendizajes Basados en Proyectos también conocidos como Aprendizajes Basados en Problemas (ABP) o Prototipos de acuerdo con Rivera y Turizo (2014), tienen sus orígenes en los estudios de renombrados psicólogos y educadores como Bruner, Piaget, Dewey y Vygotsky, en donde gracias a la planificación, los objetivos didácticos, las competencias, entre otros, se determinan las tareas, metas, habilidades y estrategias donde la utilización de materiales didácticos, incluyendo tecnología, se utiliza para permitir el desarrollo de conocimiento enriquecedor, resolver problemas, adentrarse en temas específicos, crear y fomentar valores, trabajo en equipo, por nombrar algunos beneficios.

Diversos autores apoyan la utilización de la tecnología dentro de las aulas de clase como una estrategia para estimular, fomentar y desarrollar aprendizajes, al mismo tiempo para resolver problemas y trabajar en equipo, como lo afirma Zúñiga y Mora (2017), concordando con Rivera y Turizo (2014).

En Formación Profesional (2017) se presentan algunos ejemplos de los resultados obtenidos con la utilización de metodologías ABP, como: la creación de un museo virtual 360° que utiliza como medio una cámara 360, la creación de un blog cuya tecnología es un software, clases de historia que se auxilian

de una cámara y un pesebre robótico donde la tecnología es el medio principal para el desarrollo de contenidos. Como se puede observar, estas ventajas van más allá del nivel educativo en instituciones formales abarcando una diversidad de contextos. Además, la tecnología con una metodología ABP, no solamente permite resolver problemas, sino que ayuda en el desarrollo de diversas dimensiones del ser humano (Espeso, 2016).

Características generales de los invernaderos

Dentro del panorama descrito, es claro que los proyectos que se propongan deben relacionar soluciones desde varios ámbitos, de tal manera que los resultados sean sustentables y permitan escalar a diferentes sectores de la población o sean replicables en otras zonas.

Por lo anterior el presente proyecto plantea una propuesta basada en el diseño de un prototipo de invernadero con las siguientes cualidades particulares:

- **Policultivos:** Que permita cultivar diversos alimentos que apoyen la correcta alimentación de comunidades rurales, urbanas o escolares, apoyando directamente al logro de una nutrición balanceada mediante un recetario cuya base sean los vegetales cultivados recomendados con base en la cultura alimentaria del lugar.
- **Sustentable y con alta usabilidad:** El incorporar celdas solares en el invernadero permitirá reducir el costo de la automatización del sistema de nutrición de las plantas y con la incorporación de un colector pluvial para obtención del agua requerida en el sistema hidropónico, se facilitará su instalación en entornos, rurales, urbanos o escolares.
- **Modular:** De acuerdo con las necesidades que surjan se pueden ir adaptando

módulos para complementar, tales como un deshidratador solar o módulos de germinados que aumentarán el valor de los alimentos generados en el invernadero.

- **Educativo:** El invernadero permite ser un centro de consciencia y de aprendizaje dentro de la familia y en las escuelas, ya que involucrando a los niños y jóvenes en el cuidado de los vegetales, en el procesamiento de los mismos y apoyado con explicaciones sobre la importancia de la diversidad alimentaria, contribuirá a la creación de consciencia.
- **Servicio 360 adaptable a las necesidades y espacio geográfico del usuario:** Se puede siempre tener asesoría sobre el crecimiento, las necesidades, los procesamientos de los vegetales cultivados, lo que promoverá el uso adecuado y los beneficios de cultivar vegetales en el hogar.
- **Una característica importante del diseño de este invernadero es su automatización con IoT y que es regulable mediante una app que permita a los usuarios regular los diferentes elementos de temperatura, humedad, entre otros.**

Objetivo General del Proyecto

Diseñar un prototipo de invernadero con sistema modular automatizado con IoT (Internet de las cosas) para la producción hidropónica de policultivos que promuevan el fomento de la cultura alimentaria y nutricional y la disponibilidad de alimentos.

Los avances en el diseño del prototipo basan su desarrollo en la metodología de ABP, la cual permite contribuir al desarrollo de habilidades necesarias como el pensamiento crítico, la comprensión de conceptos y el fortalecimiento de la educación alimentaria-nutricional.

La creación del presente prototipo se puede adaptar a diversos entornos como lo son los espacios urbanos, rurales y escolares. De igual forma la tecnología que en ellos se implementa, permite que la producción de vegetales cumpla no solo con el rol de alimentar, sino con los objetivos adjuntos de la metodología ABP.

Objetivos específicos del Proyecto

- Identificar los posibles cultivos a producirse de manera simultánea para evaluar su adaptación al sistema y a la tecnología IoT.
- Evaluar la efectividad del sistema de automatización para el control de condiciones de producción dentro del invernadero.
- Desarrollar el modelo de implementación para su adopción en las poblaciones objetivo.
- Diseñar actividades de aprendizaje, con base al ABP, para el refuerzo de la cultura alimentaria y nutricional.

La investigación será experimental y estará constituida por las dos etapas siguientes:

Etapas I: Diseño y construcción del prototipo de invernadero automatizado.

Etapas II: Desarrollo de modelo de implementación y prueba piloto.

Desarrollo por etapas (Objetivos específicos)

Etapas I

- Definir la superficie promedio para cultivo con base en estadísticas.
- Definir el tipo de hortaliza y cantidad de producción para el autoconsumo de cuatro personas.

- Definir las tecnologías de producción.
- Diseñar la estructura interna.
- Diseñar el sistema de ensamblaje rápido.
- Diseñar módulos de recolección de agua y energías renovables.
- Diseñar sistema de automatización basado en IoT.
- Diseñar módulo para procesamiento de excedentes.
- Desarrollar guías de instalación y uso doméstico.
- Desarrollar guías de instalación y uso escolar.
- Construir sitio web con contenido para soporte, actualización, manuales, guías, recetas.
- Desarrollar actividades de aprendizaje para el fomento de la cultura alimentaria y nutricional.
- Diseñar opciones alimenticias para la población objetivo con base en la producción y procesamiento del invernadero, de acuerdo con la cultura alimentaria regional.
- Desarrollar el software de pc y app para Android (Actualmente el software de pc y app, ya se encuentran al cien por ciento desarrollados).

Etapas II

- Desarrollar el modelo para implementación en las poblaciones objetivo.
- Realizar prueba piloto de implementación en ambiente urbano, rural y educativo.
- Analizar el impacto en población educativa y urbana a través de la medición de educación para la alimentación, y en zonas rurales a través de la relación de la disminución del gasto en alimentos por el autoconsumo.

En cuanto al estado actual del proyecto, este cuenta ya con el desarrollo del automatismo, donde se controla la temperatura del invernadero, los sensores están desarrollados y son funcionales, se tiene



Figura 2. Aplicación móvil con indicadores gráficos.
Fuente: Elaboración propia.

el control de riego y de niveles de agua y de flujo en el sistema, de igual manera se controlan cuatro conexiones de 110v para encendido de los dispositivos requeridos.

El desarrollo de software tiene la interface de pc ya al 100%, la app se tiene desarrollada también al 100% mientras que los algoritmos de sugerencias se tienen desarrollados al 35% por lo que se espera que a finales de 2019 se tengan funcionales al 100%.

Instrumentos y Materiales del prototipo de invernadero

Se propone el diseño de un invernadero con un sistema de técnica de película nutritiva (Nutrient Film Technique, NFT por sus siglas en inglés) de flujo laminar con dimensiones caseras (3m x 6m) que incorpore componentes de monitoreo en tiempo real, a través de una aplicación digital de interfaz gráfica (APP) y amigable que proporcione al productor la información del estado de las principales variables de un sistema de invernadero

(temperatura, humedad, pH, conductividad, luminosidad, caudal, concentración de oxígeno).

Con la información anterior, la aplicación será capaz de enviar sugerencias de medidas correctivas para controlar las variables del sistema y con esto asegurar la producción, así mismo la aplicación dará soporte técnico al usuario con base en las condiciones de las variables monitoreadas (adición de macronutrientes o micronutrientes, activación de la ventilación o calefacción, comienzo del riego automatizado).

La aplicación ha sido desarrollada tanto en sistemas de escritorio (Windows 10), como en el sistema operativo Android, esto debido a la compatibilidad del sistema con dispositivos móviles cuya penetración es elevada en entornos urbanos.

La aplicación contiene indicadores gráficos, que pueden ser interpretados por cualquier productor y los que le permitirán entender de una mejor manera las condiciones actuales de su invernadero, como se muestra en la Figura 2.

El desarrollo del software de aplicación de escritorio, contiene indicadores gráficos, además de contar con una sección para poder acceder a las sugerencias de mejoras para la producción basadas en los datos obtenidos del invernadero. La interfaz muestra en la Figura 3.

Esta app y el software, se alimentan de los sensores ubicados en el invernadero, que de forma automática generan la información de las variables a monitorear tales como luz, temperatura, etc., así como el encendido y apagado de los elementos para control. Los sensores pueden monitorear cinco variables dentro del invernadero, las cuales son: por-

centaje de humedad, presión barométrica, índice de luz ultra violeta, altitud sobre el nivel del mar, luminosidad, temperatura, temperatura promedio, flujo en litros por segundo y niveles de agua en el tanque de riego.

Estos sensores se encuentran distribuidos en el invernadero mediante módulos que conforman una malla para el envío de información. Estos módulos se pueden observar en la Figura 4.

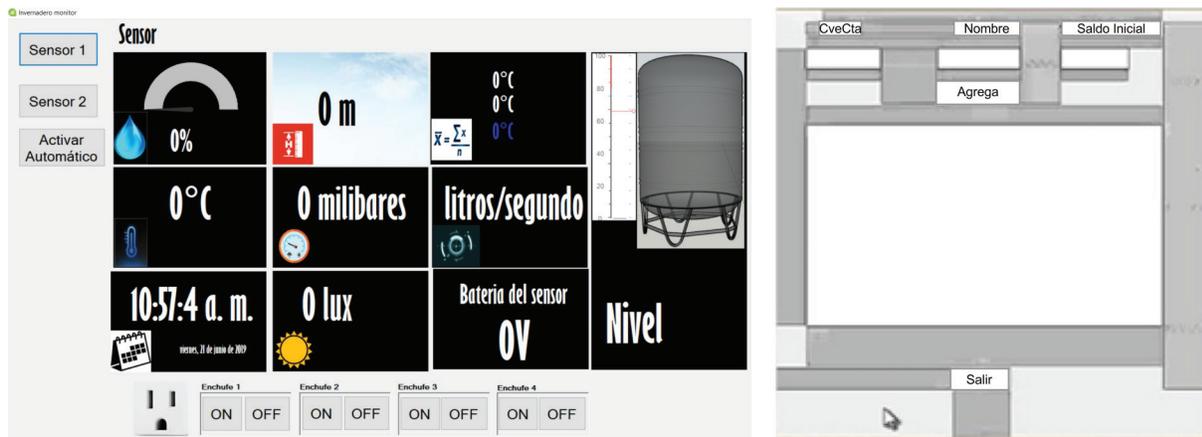


Figura 3. Interface para monitoreo y sugerencias del invernadero.
Fuente: Elaboración propia.

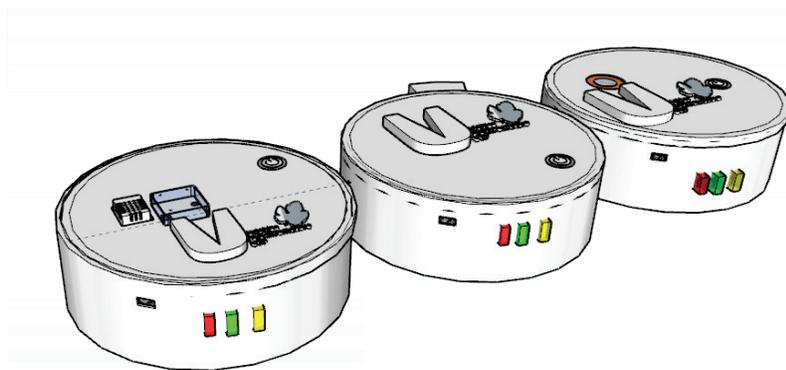


Figura 4. Módulos sensores.
Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la interacción entre los componentes del sistema se expresa como una red de sensores IoT conectados a una base WiFi en comunicación continua que retroalimenta al agricultor con valores asociados a ciertos comportamientos del

cultivo, se pueden emplear técnicas de big data para poder dar las mejores recomendaciones, tomando en cuenta el cuidado de las variables y atención de las plantas. Esta interacción se muestra en la figura 5.

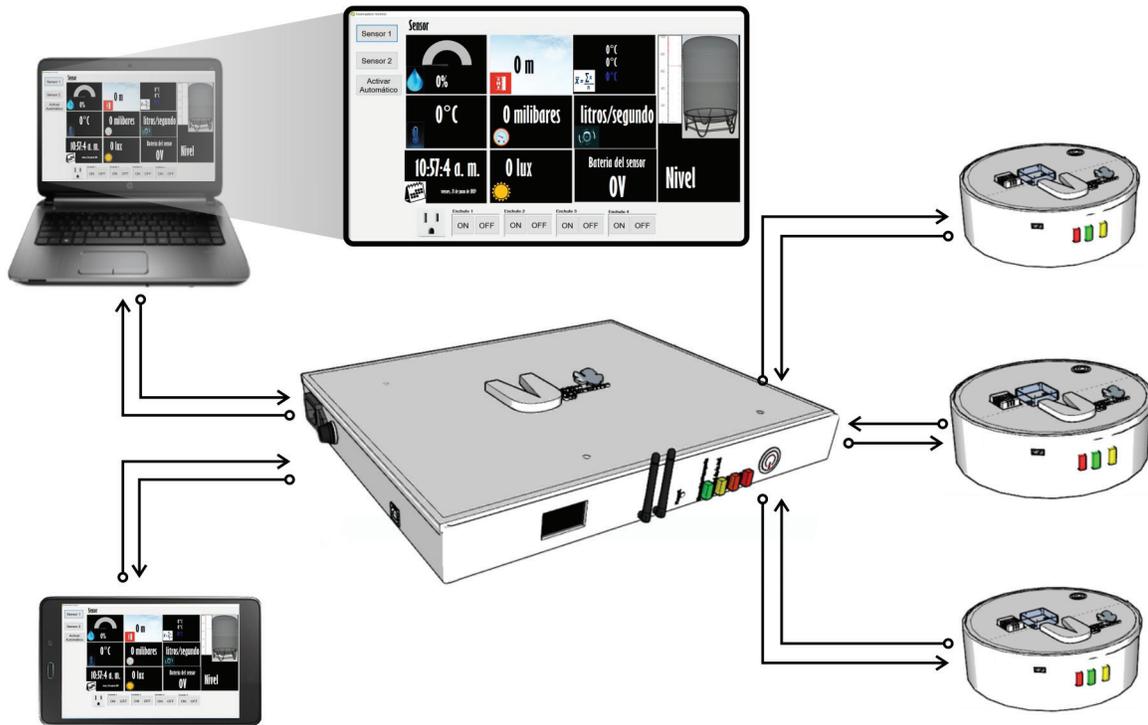


Figura 5. Interacción del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

La base funge como un concentrador que coordina la recepción de información, la cual cuenta con una pantalla que muestra los datos actuales de los niveles de agua, humedad y temperatura, así como mensajes de sugerencias de acuerdo a las variables del sistema.

Aunque en un principio, la app tendrá una conexión directa entre el productor y un comité especializado en cultivos hidropónicos, se pretende que con la alimentación de información continua sobre diferentes cultivos y variables, la aplicación sea capaz de dar sugerencias de manera autónoma.

De esta manera se pretende generar una conexión entre los usuarios que decidan adquirir este prototipo y que la información obtenida se almacene en un acervo digital big data. Con dicha información se podrá impactar positivamente a los usuarios de la aplicación, esto al conocer el comportamiento y manejo de diversos cultivos bajo condiciones ambientales variadas y de nutrición.

Como primer paso y una vez concluida la etapa de montaje de estructura y sensores de monitoreo, se contempla iniciar la producción piloto con cultivo de vegetales de hojas

en sistema NFT con sustrato y solución nutritiva (la molina). En este cultivo se automatiza el riego por medio de una bomba conectada a la aplicación controlando directamente las condiciones de caudal, conductividad, humedad, concentración de oxígeno y pH, e indirectamente la temperatura, con esto se podrá realizar la recolección de información y poder inferir sobre las condiciones óptimas para el cultivo.

Con dicho sistema automatizado y con el acervo digital, se podrá comercializar el prototipo como un sistema integral NFT que permita el soporte técnico, la monitorización y el control de la producción mediante la aplicación, lo que facilitará un mejor manejo y disminuirá la especialización requerida en este tipo de sistemas.

Los materiales para la construcción del invernadero de cuatro niveles por lado son: estructura de protección de 3 x 6 m; estructura de soporte de PTR; pirámide de cuatro niveles de 1.5m x 6 m; contenedor plástico de 250 litros; bomba recirculante sumergible de

60 litros por hora; solución nutritiva; sustrato de perlita; tubos de PVC hidráulicos de 3" x 6 metros; contenedores de cultivo plásticos de 4.5 cm de diámetro x 7 cm; manguera, pegamento pijas, palas, contenedores.

Para la automatización del invernadero se requiere un módulo sensor de detección de valor líquido PH0-14, detección módulo UV (Ultra violeta), atlas científico Ezo, circuito de oxígeno disuelto, entre otros elementos.

Análisis prospectivo

En la Figura 6 se visualiza el invernadero y el montaje del sistema hidropónico con los componentes antes descritos, ello permitirá que el invernadero sea funcional en pequeños lugares y en diferentes entornos, tanto rurales como urbanos e incluso en el ámbito escolar, lo que le da la posibilidad de aprovecharse como un proyecto ABP que permita a los estudiantes conocer sobre la producción de alimentos y poder recibir educación alimentaria y nutricional.

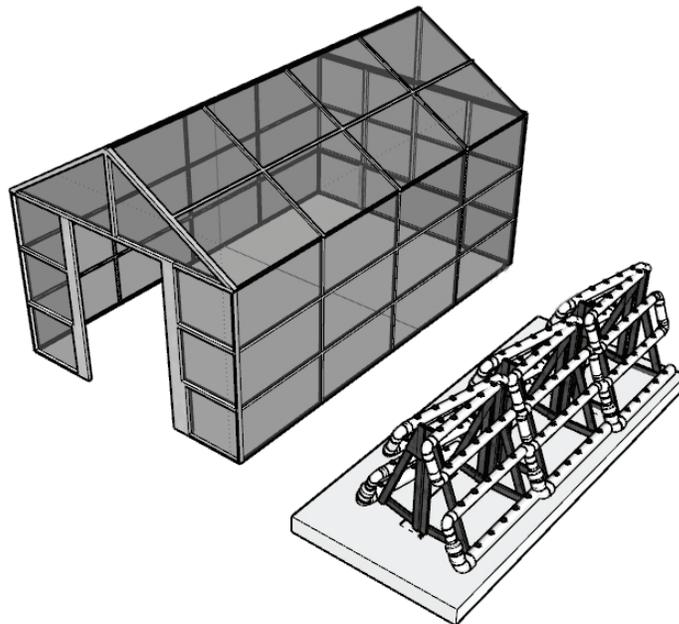


Figura 6. Diseño del invernadero.

Fuente: Elaboración propia.

En el entorno urbano y rural, este tipo de diseño permite que cuando no hay condiciones apropiadas para obtener alimentos por la temporada o por el clima, se disponga de alimentos en cualquier época del año, lo que permite que este prototipo apoye la seguridad alimentaria al disponer de alimentos inocuos y frescos para el consumo familiar. En el caso de productores agrícolas, adicionalmente les permitirá mejorar los sistemas de cultivo protegidos disponibles, al reducir la cantidad de trabajo en el monitoreo de las condiciones de producción, así como aprovechar mejor los espacios disponibles, lo que implicará una mayor producción.

El invernadero también fomentará la colaboración entre los alumnos dentro del entorno escolar, promoviendo al mismo tiempo la profundización en conocimientos, desarrollo de la investigación, entre otros, como se ha mencionado anteriormente. Adicionalmente, en los entornos urbanos y rurales, la implementación de esta tecnología cumple con los objetivos de permitir que, en espacios reducidos, con tierras poco fértiles, con pocos conocimientos del desarrollo de vegetales o en entornos marginales, el desarrollo de alimentos para autoconsumo sea posible. Un beneficio adicional es que teniendo en ciertos casos sobreproducción, será posible comercializar los excedentes, procurando con ello un ingreso familiar adicional.

El modelo con las características antes mencionadas se encuentra en fase de desarrollo, sin embargo, las primeras pruebas han demostrado que su desarrollo a mayor escala será posible y cubrirá los objetivos y necesidades detectados inicialmente, ya que a través de la automatización de los procesos, con la supervisión de los participantes y al mismo tiempo, con la disponibilidad de alimentos y una guía de alimentación adecuadas, será posible conjugar las necesidades nutricias de la personas, favorecer el desarrollo de una cultura nutricional e incluir las preferencias alimenticias de la zona geográfica, lo que hace al invernadero en diseño, muy versátil.

Las pruebas iniciales han demostrado la eficacia de la tecnología para la automatización, ya que se ha encontrado que es posible adaptar el monitoreo del cultivo a través de una app compatible con los sistemas operativos de los dispositivos móviles, lo que favorece su adopción. Así mismo el prototipo de invernadero ha demostrado que es posible producir un único cultivo o distintos vegetales, lo que favorecerá una dieta variada y complementará las necesidades nutricias de las personas. Una fase que está pendiente de desarrollarse es la aplicación de tecnologías domésticas para la transformación de los posibles excedentes y alimentos que no cumplan las propiedades organolépticas.

Conclusiones

El desarrollo de la educación alimentaria, como se ha descrito en el presente documento, es un elemento indiscutiblemente prioritario, ya que en años futuros existirán retos importantes en la cuestión alimentaria, por lo que el hecho de crear proyectos, prototipos, en este caso utilizando la tecnología ABP, es una contribución importante, no solo para el campo tecnológico, sino también para la educación y la sostenibilidad.

La implementación, desarrollo y resultados que puedan llegar a ser obtenidos con esta tecnología mediante el procedimiento ABP, depende de varios factores, como lo pueden ser: la disponibilidad de la tecnología, la apertura de los participantes, las resistencias, la posibilidad de aprendizaje, los fondos para la realización de proyectos, la cultura alimentaria de las diferentes zonas del país, el talento humano; lo que muestra una problemática que se espera solventar durante el año 2017 y 2018 para tener una propuesta en funcionamiento en 2019.

La implementación de la tecnología para permitir el desarrollo de habilidades, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, es una necesidad actual en el sistema

educativo. No solamente por el hecho de permitir el desarrollo de habilidades y competencias, sino que permite el desarrollo de valores, aptitudes y actitudes necesarias para la inserción exitosa en el mundo laboral por el hecho de tener la habilidad del uso de la tecnología en la práctica.

Referencias

- Beddington, J., Asaduzzaman, M., Clark, M., Fernández, A., Guillou, M., Jahn, M., Wakhungu, J. (2012). Achieving food security in the face of climate change. Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change. Recuperado de www.ccafs.cgiar.org/commission
- Bernastein, H. (2011). A Dinamica de Classe do Sesenvolvimento Agrário na Era da Globalizacao. *Sociologias*, 13(27), 52–81.
- Committee on World Food Security. (2012). Food security and climate change, High Level Panel of Experts (Report 3). Rome: Committee on World Food Security. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-me421e.pdf>
- Espeso, P. (10 de agosto de 2018). Los 5 puntos clave del ABP: Aprendizaje Basado en Proyectos. Recuperado de <https://www.educaciontrespuntocero.com/formacion/los-5-puntos-clave-del-aprendizaje-basado-proyectos/35210.html>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1996). Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. Recuperado el 25 de junio de 2018, a partir de <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.HTM>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos. FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). El Gobierno de Honduras capacitará a funcionarios en Educación Alimentaria Nutricional. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/honduras/noticias/detail-events/es/c/281195/>
- Formación Profesional. (23 de febrero de 2017). Exitosos ejemplos de metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos). Recuperado de <https://fp.uoc.fje.edu/blog/exitosos-ejemplos-de-metodologia-abp-aprendizaje-basado-en-proyectos/>
- Goodman, D., DuPuis, M., & Goodman, M. (2012). *Alternative Food Networks*. Londres: Routledge.
- GUNI. (2014). La Universidad ha de ser el motor del cambio social. Recuperado el 16 de mayo de 2017, a partir de <http://noticias.universia.es/vida-universitaria/noticia/2014/10/20/1113514/universidad-motor-cambio-social.html>
- Harris, M. (2011a). *Bueno para comer: Enigmas de alimentación y cultura*. España: Alianza.

- Harris, M. (2011b). *Caníbales y reyes*. España: Alianza.
- Harris, M. (2011c). *Vacas, cerdos, guerras y brujas: Los enigmas de la cultura*. España: Alianza.
- La redacción. (10 de enero de 2017). En México la educación no es factor de cambio social: UPAEP. e-consulta.com. Recuperado de <http://www.e-consulta.com/nota/2017-01-10/universidades/en-mexico-la-educacion-no-es-factor-de-cambio-social-upaep>
- Monsalve, F. (2014). Fernando Monsalve: La educación es la herramienta fundamental para el cambio social. Entreculturas. Recuperado de <https://www.entreculturas.org/noticias/fernando-monsalve-la-educacion-es-la-herramienta-fundamental-para-el-cambio-social>
- Rivera, Y., & Turizo, L. (2014). ABP (Aprendizaje basado en problemas) para la enseñanza y el desarrollo de proyectos tecnológicos interdisciplinarios basados en Arduino. En Encuentro internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014. Colombia. Recuperado de <https://www.acofipapers.org/index.php/ei/2014/schedConf/presentations>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2014). *Experiencias del PESA en México*. México: SAGARPA/FAO.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). *PESA y Cruzada Nacional contra el Hambre: Un proyecto de igualdad*. Recuperado de <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/pesa-y-cruzada-nacional-contra-el-hambre-un-proyecto-de-igualdad?idiom=es>
- Zapata, J. A., Hernández, J. A., Romero, S. J., Rosette, J. C., Sánchez, B., Sánchez, H., & Trejo, D. A. (2016). *Metodología PESA México: Manual para agentes de desarrollo rural. Implementación de estrategias y proyectos para la pequeña agricultura en zonas rurales marginadas*. FAO/SAGARPA. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5507s.pdf>
- Zúñiga, S., & Mora, C. (2017). El aprendizaje basado en proyectos y la construcción de prototipos experimentales, un estudio de caso: el modelo de un reductor de velocidad. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353425>

Recibido: 15 de enero de 2019

Corregido: 25 de abril de 2019

Aceptado: 26 de abril de 2019

Conflicto de interés: No existe conflicto de interés