

## Taller de drones, como una herramienta emergente del mantenimiento predictivo, caso desarrollado en la Universidad Tecnológica de Jalisco

### Drone workshop, as an emerging predictive maintenance tool, case developed at the Technological University of Jalisco

BARRÓN-BALDERAS, Juan José\*†

*Universidad Tecnológica de Jalisco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Juan José, Barrón-Balderas*

Recibido 2 de Abril, 2018; Aceptado 28 Junio, 2018

#### Resumen

Las universidades tecnológicas muestran su calidad mediante la compatibilidad de sus métodos de enseñanza con las necesidades del sector productivo, sin embargo, las competencias que los alumnos egresados adquieren no siempre se realizan debido a los cambios constantes en las tecnologías. Ante dicha problemática, el presente trabajo tiene el propósito de aumentar las capacidades y posicionamiento de la Universidad a través de un taller de drones como una herramienta emergente del mantenimiento predictivo. El objetivo de la investigación fue evaluar un programa de desarrollo de aplicaciones de mantenimiento predictivo con drones para comparar las competencias profesionales, posicionamiento de marca y el sentido de pertenencia con la Universidad. La metodología consiste en reunir un grupo de miembros de la comunidad Universitaria (29 alumnos y 3 profesores), identificando el estado inicial para cada uno de ellos y aplicando un cuadro de mando integral (BSC por sus siglas en inglés) durante las 4 fases del programa; en donde la primera fase busca el desarrollo de capital humano, en la segunda un desarrollo de aplicaciones enfoque mantenimiento predictivo, en la tercera un desarrollo de trabajos de investigación y posicionamiento de marca, y por último un producto final; una vez finalizado el programa se realizó una evaluación que permitió comparar la efectividad del programa, arrojando por resultado, una mayor habilitación para usar la tecnología de drones, aumento en la percepción de la calidad, mejora de marca y sentido de pertenencia de los participantes hacia la UTJ.

**Drone, Vehículo no tripulado (UV), Mantenimiento predictivo, Competencias profesionales, Posicionamiento de marca**

#### Abstract

The technological universities show their quality by means of the compatibility of their teaching methods with the needs of the productive sector, however, the competences that the graduated students acquire are not always realized due to the constant changes in the technologies. Faced with this problem, the present work has the purpose of increasing the capabilities and positioning of the University through a drone workshop as an emerging predictive maintenance tool. The objective of the research was to evaluate a program of development of predictive maintenance applications with drones to compare professional competencies, brand positioning and sense of belonging to the University. The methodology consists of bringing together a group of members of the University community (29 students and 3 teachers), identifying the initial status for each one of them and applying a balanced scorecard (BSC for its acronym in English) during the 4 phases of the Program; where the first phase seeks the development of human capital, in the second an application development approach predictive maintenance, in the third a development of research and brand positioning work, and finally a final product; Once the program was completed, an evaluation was carried out that allowed comparing the effectiveness of the program, resulting in a greater capacity to use drone technology, an increase in the perception of quality, brand improvement and a sense of belonging of the participants towards the UTJ.

**Drone, Unmanned vehicle, Predictive maintenance, Professional skills, Brand positioning**

**Citación:** BARRÓN-BALDERAS, Juan José. Taller de drones, como una herramienta emergente del mantenimiento predictivo, caso desarrollado en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Revista de Ingeniería Industrial. 2018. 2-4:1-11.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

\*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: (jbarronmx@gmail.com)

## Introducción

En los últimos años, la situación que se vive actualmente no solo en Jalisco, si no todo el país no da una garantía de lograr empleo para todos los recién egresados, ya que la industria cada vez requiere en el área de mantenimiento un sin fin de competencias profesionales, con el fin de lograr el funcionamiento óptimo de las mismas.

De ahí que el objetivo primordial en las Universidades Tecnológicas es enseñar competencias aplicables con el modelo 30% Teoría 70% practica, para el mundo laboral que los egresados se encontraran al salir de la universidad.

Con esos antecedentes es de suma importancia vincular la industria con la academia, a fin de que los estudiantes de las diferentes carreras de mantenimiento en la Universidad Tecnológica de Jalisco puedan estar al día conociendo los alcances, aplicaciones y potencial que tienen los vehículos no tripulados, como herramienta emergente de trabajo en el área de mantenimiento.

Tomando en cuenta lo anterior, la presente investigación contribuye en materia científica y académica con una solución al implementar un taller de drones en la comunidad Universitaria, con el objetivo de involucrar a los empleados y alumnos de la universidad tecnológica de Jalisco con el tema de la industria 4.0, buscando el enriquecimiento de nuevas competencias profesionales para lograr un mantenimiento predictivo, a través del diseño y desarrollo de un (UV) Vehículo No Tripulado o Drone, como una herramienta de inspección para la detección y monitoreo de variables (concentraciones de monóxido de carbono, temperatura, e imágenes termográficas); mediante tecnología de bajo costo al alcance de todos.

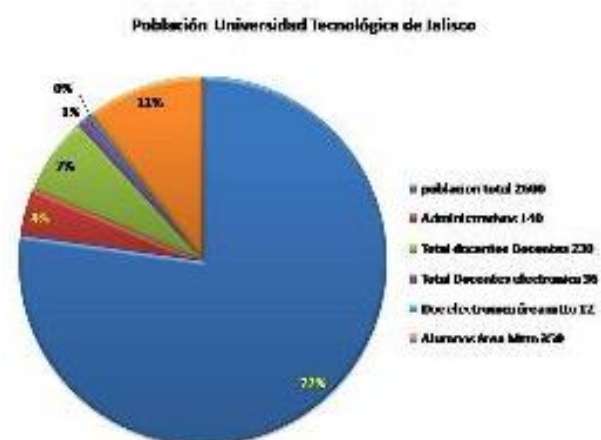
Así mismo, un objetivo particular es mejorar el sentido de pertenencia organizacional dentro de la Universidad, debido a que ellos comparten la comunicación interdepartamental, convirtiéndose en el contacto y recomendación directa con los potenciales clientes interno y externos.

Para romper con este paradigma y demostrar que su carrera no está alejada de estos conceptos y que se puede desarrollar un proyecto de vehículos no tripulados, solo me basto mostrarles a los alumnos lo que realiza la empresa Caterpillar en colaboración con la NASA, y donde se involucra a estudiantes en su competencia que realizan anualmente (Lunabotics Mining Competition), con lo cual se provocó el interés en participar.

Cabe mencionar que el proyecto se realizó al final de cuatrimestre para no entorpecer el aprovechamiento académico de los alumnos.

## Definición del problema

En la actualidad la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ), cuenta con una población de 370 empleados entre administrativos y docentes, de esta población 36 docentes atienden las materias de electrónica en toda la universidad, de los cuales 12 ellos están relacionados con las carreras de mantenimiento industrial o de maquinaria pesada, teniendo una población estudiantil de 350 alumnos por ambos turnos, como en toda oferta educativa se busca una mejora continua, en el caso de las carreras de mantenimiento se busca ventaja competitiva, así mismo, nunca se ha abordado el tema de drones como herramienta de apoyo para el mantenimiento, por lo que se presenta una oportunidad de aporte al conocimiento con el aprendizaje y enseñanza de nuevas competencias profesionales tanto para los estudiantes como los profesores.



**Figura 1** Datos aportados por el departamento de RH  
Fuente: Elaboración Propia Basada en datos aportados por el Departamento de recursos humanos

### Hipótesis

Al implementar el programa desarrollo de aplicaciones de mantenimiento predictivo con drones, ayudara a mejorar la percepción que se tiene de la marca UTJ, considerando que la asociación de imagen y criterios de calidad se posiciona, no solo con el paso de los años; sino con el desarrollo de proyectos que influyen en la comunidad de la universidad, dando por resultado un mejor el posicionamiento de la marca dentro y fuera de la zona metropolitana de Guadalajara.

### Justificación

Actualmente los programas de estudio de las carreras de mantenimiento de la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ), no presentan una materia enfocada hacia el desarrollo y aplicaciones de drones en el área de mantenimiento, aunque existen algunas investigaciones y avances en dicha área.

Por lo cual se vio la oportunidad para realizar este trabajo de tesis, empleando este tipo de dispositivos; con el que se pueda sentar las bases para que en la UTJ se desarrolle investigación usando drones y sitúe a la Universidad dentro de los muchos centros de estudios e investigación que exploran esta área.

El desarrollo de este proyecto se conformaría de varios módulos, permitiendo así a los , el desarrollo de nuevas competencias profesionales y el llevar a la práctica conceptos que se ven a lo largo de las carreras de mantenimiento, aunado al desarrollo del proyecto este permitirá el mejoramiento y posicionamiento de la percepción que tienen los estudiantes y profesores de la universidad de la marca UTJ, considerando la asociación de imagen y calidad de nuevas ofertas educativas, teniendo en cuenta que la marca se posiciona con el paso de los años.

### Objetivo

- Proponer un modelo de programa de desarrollo de aplicaciones de mantenimiento predictivo con drones, como estrategia para el desarrollo de nuevas competencias profesionales, posicionamiento de marca y sentido de pertenencia de profesores y alumnos de la Universidad Tecnológica de Jalisco.

- Desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes en los participantes, para generar las capacidades de definir la estructura técnica del drone como son los componentes, el funcionamiento, el armado y vuelo para cumplir tareas específicas y con ello poder estructurar, la codificación y las capacidades del equipo, para aplicaciones de mantenimiento predictivo.
- Desarrollar nuevas herramientas para facilitar las tareas de mantenimiento predictivo en lugares de complicado acceso, con el fin de anticiparse a los fallos antes de que estos ocurran, realizando tareas de inspección.

### Importancia

La conservación y mitigación de los impactos negativos causados por diversos factores que influir en el mantenimiento predictivo; Desarrollar capacidades técnicas y operativas, promover investigación científica y tecnológica y gestionar recursos humanos y materiales para proteger los diversos entornos; Fortalecimiento de la coordinación y cooperación interinstitucional.

### Pertinencia de la investigación

El auge de nuevas tecnologías emergentes exige estar a la vanguardia en el aprendizaje y enseñanza de nuevas competencias profesionales con los estudiantes, por lo que se necesita darle un plus al alumno como parte de su estudio dentro de las carreras de mantenimiento que oferta la universidad; si a esto le damos una aplicación específica como el uso de drones a manera de herramienta alternativa para el mantenimiento predictivo, al recolectar y enviar los datos de manera rápida y oportuna en las tareas de inspección vía internet o mensaje MSN, evitando así riesgos o peligros difíciles de descubrir y en consecuencia, daños y accidentes, lo cual implica tiempo y dinero; además se presentan dos tipos de fenómeno, uno de ellos es el poco interés por el desarrollo de proyectos de investigación sobretudo multidisciplinarios por parte de profesores de la institución y el segundo la falta de sentido de pertenencia, desconocimiento de marca, ambiente laboral bajo.

¿A qué grado es posible resolver la problemática?

La problemática con la realización de este proyecto, se va a resolver a mediano y largo plazo, ya que la implementación del programa, de momento se está impactado un 20% de la población total de profesores y empleados de la institución; así mismo se está atacando a la población estudiantil, que por ser un tema de actualidad se contempló tener una buena audiencia de aproximadamente 30% de la población de las carreras de mantenimiento; en cuanto a la problemática de marketing interno se está incrementando en esa misma proporción lo que es el desarrollo de proyectos multidisciplinarios, el sentido de pertenencia, posicionamiento de marca, y todo esto se puede ir incrementando conforme el programa se esté repitiendo y renovando a la vez.

Indicadores son utilizados para medir el impacto de esa problemática en los ámbitos social, económico y científico-tecnológico.

### En el ámbito científico-tecnológico

Número de participantes por docente, Relación de personal administrativo a personal docente, Número de participantes por cada espacio de formación, Número de materiales disponibles por cada participante, Variación en cupos de formación creados, Variación del número de docentes disponibles, Variación del número de horas para formación, Tasa de participantes inscritos al programa, Tasa de abandono de la formación, Tasa de proyectos de creación, Tasa de participantes que terminaron el programa

### En el ámbito social

Conozco y me identifico con la misión, visión, valores y objetivos Institucionales, Participo en las actividades a favor del personal programadas por la institución. Las actividades Institucionales son comunicadas de manera clara, La comunicación interdepartamental es eficaz, Me siento satisfecho con las actividades que desempeño en la Institución, Estoy satisfecho por el buen ambiente laboral. La capacitación que recibo va acorde a las competencias requeridas para mis actividades. Considero que la institución aporta en mi desarrollo profesional y personal.

Estoy familiarizado con el logotipo de la institución, Reconozco visualmente el logotipo de la institución, Considero que la universidad es una institución innovadora, Asocio la institución con la alta calidad educativa, Como empleado considero que pertenecer a la institución me da estatus, Considero que la universidad es una institución de renombre en la zona metropolitana

La tendencia al finalizar el proyecto, es el incremento, en el ámbito científico-tecnológico del porcentaje de formación con nuevas competencias de forma positiva, así mismo este se ve reflejado en el ámbito social, con el incremento de sentido de pertenencia, conocimiento de marca, clima laboral, satisfacción del cliente interno, mas sin embargo la magnitud se aprecia más reflejada en el ámbito social.

### Marco teórico

Reg Austin (2010) menciona en su libro, un drone se utiliza para volar fuera de la visión del operador, pero no posee una capacidad de toma de decisiones, cumplen con una misión pre-programada en una ruta pre-programada y regresan a su base. No se comunica y los resultados de la misión, por ejemplo fotografías, usualmente no se obtienen hasta que es recuperado en la base.

Desde hace unos años, y propiciados por el continuo desarrollo de la electrónica, se han puesto de moda unos aparatos vanguardistas un tanto peculiares: los Vehículos Aéreos no Tripulados, UAV/UAS por sus siglas en inglés Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aerial System o comúnmente conocidos como DRONES.

Varios nombres para definir un mismo concepto: Un vehículo aéreo que no tiene piloto o, de tenerlo, no está en el interior del aparato. La habilidad y los sentidos del piloto han sido sustituidos por sensores electrónicos de gran precisión, que consiguen una maniobrabilidad prácticamente perfecta.

Al principio, estos Drones estaban pilotados por una persona desde un lugar remoto, teniendo acceso a los mismos datos de aviación que tendría de estar físicamente en el dispositivo, pero con la ventaja de estar lejos en caso de que corriese algún peligro.

Actualmente este sistema de control se sigue manteniendo sobretodo en el sector militar, pero va proliferando más el control autónomo del aparato propiciado por el avance en la tecnología GPS (Global Positioning System). Así un Drone puede despegar, realizar su misión y aterrizar, todo sin intervención humana.

Entre los diversos tipos de estos dispositivos destaca uno por su excepcional maniobrabilidad y variedad de entornos de uso, el Quadcopter, que prácticamente es conocido en todo el mundo también por su posibilidad de construcción casera. Básicamente es un helicóptero con 4 motores equidistantes horizontalmente del centro.

Algunas aplicaciones de la UV's (por sus siglas en inglés Unmanned Vehicle), en usos civiles son las siguientes:

Fotografía aérea, cine, vídeo, agricultura Control de cultivos y pulverización; Monitoreo y conducción de rebaños, Guardacostas Búsqueda y rescate, seguimiento del litoral y del carril marítimo, conservación Contaminación y monitoreo de tierras, Vigilancia para empresas de electricidad, servicios de bomberos y silvicultura, detección de incendios, control de incidentes, protección de la pesca.

De acuerdo de lo que se puede apreciar en las principales aplicaciones, algunas empresas de electricidad, son las que utilizan los drones como herramientas, para inspección de las líneas de abastecimiento eléctrico; de ahí que los drones se pueden considerar como una herramienta emergente para el mantenimiento predictivo.

Robert C. Rosaler (2002) Menciona al mantenimiento predictivo como la técnica para pronosticar el punto futuro de rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle; Santiago García Garrido (2009) menciona en su libro, las técnicas predictivas que habitualmente se emplean en la industria son las siguientes:

- Análisis de vibraciones
- Boroscopias
- Termografías
- Análisis de aceites

- Control de espesores en equipos estáticos
- Inspecciones visuales
- Lectura de indicadores

Tomando en cuenta dichas aplicaciones, estas pueden ser parte en la implementación empleando drones como las inspecciones visuales; mas sin embargo se les puede añadir otras más para complementar los drones como herramientas no solo para el mantenimiento predictivo, si no como herramientas generadoras de conocimientos y aptitudes en jóvenes que estudian las carreras de mantenimiento en el área industrial o de maquinaria pesada; es por ello que se puede aprovechar lo que menciona en su trabajo G.P Bunk (1994) sobre las competencias profesionales, refiriéndose de ellas como un conjunto de conocimientos destrezas y aptitudes que se necesitan al ejercer una profesión, resolver problemas de la misma profesión autónoma y flexiblemente, así como, tener la capacidad de asistir en el contexto profesional y en la organización del trabajo.

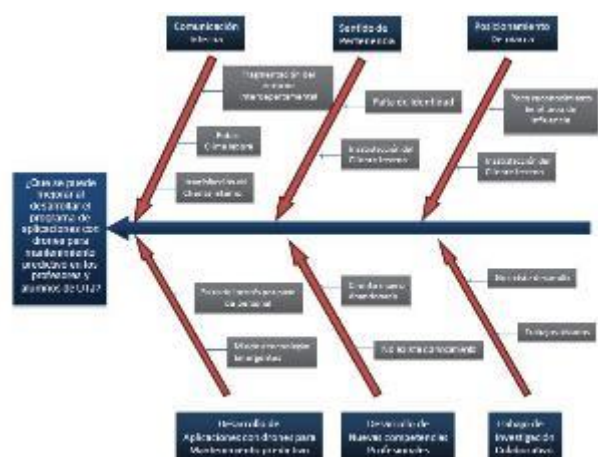
Al desarrollar un programa dentro de la institución ,en el cual se aprovechen los temas de drones y mantenimiento predictivo se puede lograr que en el personal docente y en los alumnos se puede incrementar el concepto de capacidades profesionales, las cuales incrementaran las competencias de base siendo estas aquellas que permiten el acceso a una formación o a un trabajo, son los conocimientos básicos que permiten poder acceder a un trabajo Capacidad para innovar, Capacidad para trabajar con rigor, Capacidad analítica, Capacidad para dirigir, Capacidad para comunicarse, Capacidad para interactuar, Capacidad para trabajar en equipo, Capacidad para gestionar el estrés, Capacidad de adaptación, Capacidad para organizar, Capacidad de orientación al logro, Capacidad de especialización.

Pero además con el planteamiento de un programa para el desarrollo de drones, no solo serviría para obtener por resultado el desarrollo de competencias profesionales, también puede servir para reafirmar el término de marketing interno según Ruiz de Alba (2010) este nace con la finalidad de mejorar el servicio al cliente, desde entonces y hasta la actualidad este concepto no ha sido planteado como estrategia, en las instituciones educativas para generar un sentido de pertenencia y comunicación que satisfaga al cliente interno.

Por lo que sería de suma importancia el añadir este concepto al proyecto de desarrollo de drones para mantenimiento predictivo dentro de la institución, porque se le daría ese valor agregado que es necesario para que sobre salga institución, personal docente y estudiantes de otros programas educativos que se ofertan en la zona metropolitana de Guadalajara.

## Método

Para identificar oportunidades de mejora, se utilizó el diagrama de causa-efecto (Figura2); como herramienta de apoyo para buscar la/las causa/s potenciales (o reales) del posible problema de rendimiento; ya que permite buscar las causas principales de la problemática presentada y establecer la prioridad de soluciones para la mejora de los rendimientos en el desarrollo del proyecto.



**Figura 2** Diagrama causa-efecto para mejorar el desarrollo del programa en la comunidad de las carreras de mantenimiento de la UTJ

*Fuente: Elaboración Propia basada en datos de encuesta realizada con la comunidad de UTJ*

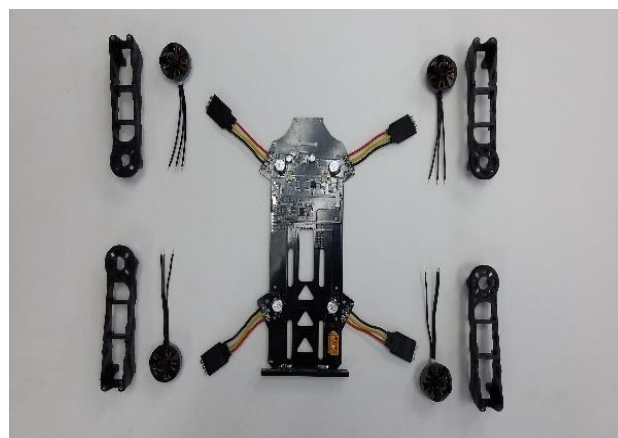
Una vez identificadas las oportunidades de mejora, se recurrió a la herramienta diagrama de Gantt, para organizar el presente proyecto de investigación, con la finalidad de planificar y programar las actividades a lo largo del período comprendido entre los meses de Julio y Diciembre del presente 2017; con la finalidad de los participantes se están apoyando en el conocimiento adquirido en las materias de electrónica analógica y digital, máquinas y mecanismos.



**Figura 3** Alumnos MAMP con los que se inició el proyecto

*Fuente: Elaboración propia tomada en el taller de Maquinaria pesada de la UTJ*

Para la fase mecánica los alumnos han aplicado los conocimientos adquiridos en la materia de máquinas y mecanismos, (Roque, 2010). Que son necesarios para el diseño y el desarrollo del mecanismo de tracción del Vehículo no tripulado, compuesto por un juego de cadenas y poleas que sirven para darle el movimiento, así mismo la estructura del chasis, Conformando la parte más robusta del proyecto y no por ello menos importante ya que sobre ella recaerá la dureza del proyecto una vez que esté terminado en su totalidad.



**Figura 4** Concepto del Vehículo no tripulado

*Fuente: kit drone modelo EACHINE Racer 2050, elegido por bajo costo*

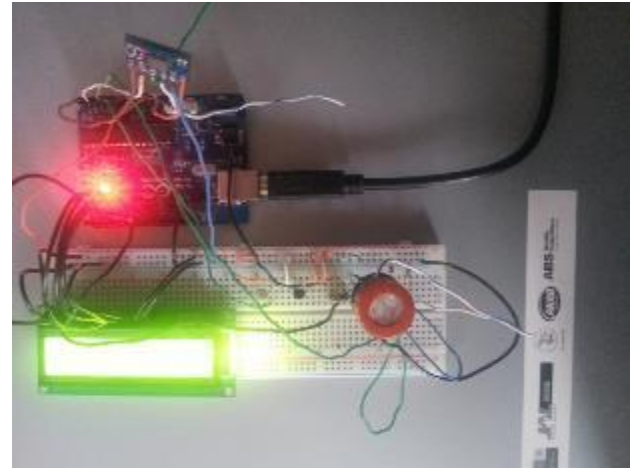
Durante este periodo de tiempo se hizo un avance significativo, ya que en cierta medida se solucionó el diseño del chasis y el mecanismo con el cual se va a lograr la locomoción del dron, restando por construir aun las partes de cubiertas y soportes para las partes de control eléctrico- electrónico que son la parte medular del objetivo planteado del proyecto que es la detección de variables para campos de cultivo (Lee, 2014). Así como el monitoreo de condiciones como parte de la prevención de desastres (Lindsay, 2011).



**Figura 5** Desarrollo de avance del vehículo no tripulado  
*Fuente: kit dron modelo EACHINE Racer 2050, armado durante el taller*

Este avance del proyecto ya incluye las partes de de control electrónico que comprende el sensor barométrico y el sensor de monóxido de carbono, además se presenta en la parte superior el panel solar con el cual se tratara de darle más autonomía y rendimiento al UV, ya que con el mismo se recargara la batería que alimenta tanto a los motores como al sistema de control electrónico.

En lo referente a la fase de control electrónico conformada por el sistema arduino que es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro –controlador y un entorno de desarrollo, diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos (John, 2013), multidisciplinarios que por su facilidad es una buena opción para el desarrollo de la etapa de monitoreo atmosférico (Patrick, 2013), que se determinó como objetivo del UGV, Usando la implementación de un sensor barométrico BMP085 y un sensor de monóxido de carbono mq-7 Para obtener mediciones precisas, para la comunicación se utilizara una tarjeta GSM con la cual envió vía MSM a celular los datos obtenidos por los sensores.



**Figura 6** Arduino with sensor BMP85 y MQ-7  
*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*

En el primer paso para la construcción del sistema electrónico de la UV, se tomó como base la electrónica de control desarrollada para un CanSat que es un satélite del tamaño de una lata de refresco cuya misión puede ser recoger datos o efectuar retornos controlados. Estos aparatos normalmente deben ser completamente autónomos, es decir, no pueden recibir instrucciones desde el suelo durante el vuelo. Lo que sí deben efectuar son transmisiones de datos. Las antenas se pueden montar externamente, pero el diámetro del satélite no se puede alterar y este fue probado en la competencia CANSAT CUCEI 2017.



**Figura 7** Desarrollo electrónico proyecto CANSAT  
*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*

A lo largo de esta fase de prueba se ejecuta el análisis de, de cada una de las características de funcionamiento de los sensores (CO, temperatura, altura, presión barométrica) y las conexiones de estos con de la tarjeta de desarrollo (arduino), así como calibración de cada uno para verificar su sensibilidad y ajustes necesarios con el fin de obtener la configuración óptima, donde se pretende poner a prueba a diferentes condiciones de altura, humedad, iluminación de todos los componentes que van a integrar el proyecto.



**Figura 8** Desarrollo de CanSat

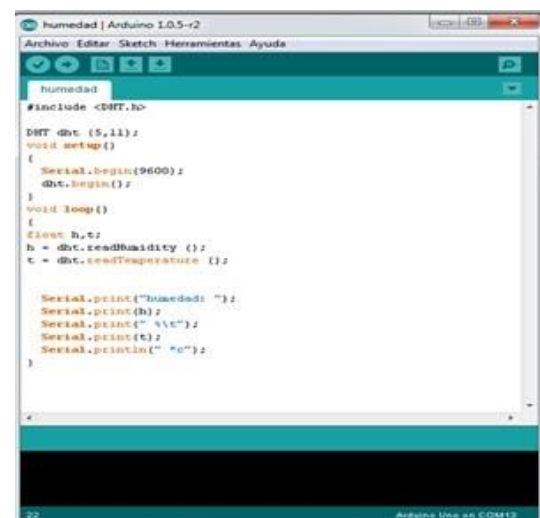
*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*

La siguiente etapa de desarrollo consistió en el diseño del software para la lectura de datos arrojados por los sensores; el uso del monitor serial con el que cuenta Arduino es indispensable, ya que este imprime los datos al puerto serie como texto ASCII. Este comando puede tomar muchas formas. Los números son impresos mediante un juego de caracteres para cada dígito, es posible el uso y manipulación de este para imprimir datos en el monitor serial del PC, a su vez se utiliza una tarjeta ICOMSAT versión 1.1, mediante una MAC Address, el objetivo es controlar y transferir información entre estos dispositivos de forma remota.

Así se podría acceder a datos de sensores y monitorearlos de manera continua, y este dispositivo al ser compatible con la red GSM podemos tener un monitoreo continuo a largo alcance, puesto que el dispositivo cuenta con una tarjeta micro SD SPI regulada por el usuario puede acceder a los datos recopilados durante la misión en su PC.



**Figura 9** Armado de control con sensores mq7 y bmp85  
*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*



**Figura 10** Sketch de Arduino sensor BMP85

*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*



**Figura 11** Sketch de Arduino sensor MQ-7

*Fuente: Elaboración propia, desarrollo experimental para el concurso CANSAT CUCEI 2017*





**Figura 12** Lanzamiento del CANSAT para probar los sensores

Fuente: Elaboración propia, durante el concurso CANSAT CUCEI 2017



**Figura 13** Muestra de datos monitoreados por el CANSAT y recibidos cada medio minuto en un celular.

Fuente: Elaboración propia, durante el concurso CANSAT CUCEI 2017

## Resultados

### *La factibilidad o costo-beneficio de la solución propuesta*

Con la finalización del proyecto considero que la factibilidad costo beneficio es muy alta, debido a la particularidad del programa, que es el desarrollo de drones de bajo costo, con el fin de que a los participantes no se les impactara con gastos innecesarios a su economía, por otra parte, la institución puede justificar la inversión ya realizada de los 18 kits de drones adquiridos, para prácticas con el rubro de capacitación a docentes, además el resultado esperado es mayor del invertido, ya que se esta incrementando y desarrollando nuevas capacidades profesionales en un 20% de la población total de profesores y empleados de las división de mantenimiento sobre todo de la carrera de mantenimiento a maquinaria pesada.

## Conclusiones

La presente investigación, se logró documentar las evidencias indispensables para la validación del objetivo. Al iniciar el proyecto, la comunicación interna fue efectiva al convocar y confirmar la participación de un sector de la UTJ, donde los participantes evaluados carecían de los conocimientos científicos y tecnológicos sobre el tema de los drones.

Con la presentación del producto final desarrollado por los participantes del taller de drones, ante la comunidad universitaria, se aprovechó para fomentar la cohesión entre los profesores, estudiantes y la universidad con este tipo de programas; ya que se obtuvo como resultado del taller, un aumento de las capacidades y posicionamiento de la Universidad a través del taller de drones como una herramienta emergente del mantenimiento predictivo.

Así mismo al difundirse los resultados obtenidos del programa a través de las redes sociales de la institución, entre otros medios, con el fin de posicionar nuestra marca UTJ, con la comunidad universitaria, para dejar huella de la imagen actual que deseamos como líderes en el ofrecimiento de nuevas opciones de estudio en el desarrollo de aplicaciones para mantenimiento con drones en la zona metropolitana de Guadalajara.

Actualmente se cuenta con un nuevo grupo de 30 alumnos solo de la carrera de mantenimiento a maquinaria pesada, faltando los de mantenimiento industrial, para la apertura de un nuevo ciclo de taller de drones. Por lo cual se puede concluir que fue todo un éxito ante la comunidad UTJ.



**Figura 14** Desarrollo de avance del UV  
Fuente: Elaboración propia, durante la impartición del taller en el área de Maquinaria pesada de la UTJ



**Figura 15** Participantes mostrando resultado del taller  
Fuente: Elaboración propia, tomada al finalizar el ciclo del taller

### Consideraciones:

Todavía falta bastante por construir del dron ideal, esperando que en los próximos meses se pueda completar el proyecto y en el futuro se podría desarrollar con la nueva plataforma de hardware de Intel, la tarjeta Edison con la que se podría aumentar el espectro de funciones operativas, entre ellas el conocer en tiempo real las necesidades de las plantas, ya que tendremos información de las variables monitoreadas al alcance de nuestra mano, con lo que nos será mucho más fácil y más rápido acceder a ella, a través de lo que se conoce como el internet de las cosas (IoT por su siglas en inglés).

Donde se buscaría que el dron sea conectable a Internet, buscando que las variables monitoreadas e imágenes se pueden incorporar en una base de datos y recoger estos datos para ayudarnos en el día a día, O cualquier lugar y en cualquier momento.

Aprovechando que este concepto tarde o temprano podrá llegar a nuestra vida cotidiana, donde según estudios oficiales para el año 2020 nuestro universo digital será 44 veces más grande (en datos recogidos o información almacenada) que en el año 2010.

Todo esto hará que la sociedad tal y como vive hoy será muy diferente para entonces, estaremos repletos de información al alcance de nuestra mano y todo esto también será un negocio para muchos, mientras tanto este seguirá siendo parte de la motivación de los estudiantes en la Universidad tecnológica de Jalisco para que incursionen en el tema Aeroespacial.

### Referencias

Baichtal John (2015). Building Your Own Drones\_ A Beginners' Guide to Drones, UAVs, and ROVs-.Que Publishing.

Chirinos D, Fuenmayor Y. (2010). Estrategias de marketing interno para la productividad laboral aplicadas en las universidades privadas.

Directorio de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (2016) [en línea] disponible en [cgut.sep.gob.mx](http://cgut.sep.gob.mx).

Dunmore, Michael. (2003). De adentro hacia afuera de marketing: ¿Cómo crear una estrategia de marketing interno? Londres.

G. P. Bunk (1994:9). La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA.

Reg Austin (2010). Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment. Wiley

Santiago García Garrido (2009). Ingeniería de Mantenimiento. Renovetec.

Hernández Barrón Lorena Anaid, Pedraza Ortega Jesús Carlos, Velázquez García Guillermina, Sotomayor Olmedo Artemio, Delgado Rosas Manuel. Diseño y desarrollo de un vehículo volador de cuatro hélices no tripulado de bajo costo. La Mecatrónica en México, Vol. 3, No. 1, páginas 23 - 36, Enero 2014.

Kotler, Philip Y Gary Armstrong (2007). Fundamentos de marketing. Octava edición. Pearson.

McGriffy David (2016). Make Drones Teach an Arduino to Fly. Maker Media, Inc.

Melián Rodríguez Manuel E. (2009) Modelo de Gestión por Competencias.

Ramírez Chávez E.J., Cruz García A., Lagunas Pérez A.G. & Carreño Reyes O.E. Uso de vehículos aéreos no tripulados para la caracterización del paisaje sumergido; Bahía Estacahuite. Ciencia y Mar 2013, XIX (51): 35-40.

Romero Sanz, Calero de la Paz; (2006) Análisis del marketing interno en las universidades de la Comunidad Autónoma de Madrid Localización: Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: XX Congreso anual de AEDEM, Vol. 1, 2007 (Ponencias), pág. 10.

Ruiz de Alba, J.L. (2010), La orientación al marketing interno Universidad de Málaga, España.

Sanz Susana, Calero Roció. (2007) Análisis del marketing interno en las universidades de la Comunidad Autónoma de Madrid

Robert C. Rosales (2002). Manual del Ingeniero de Planta. Tomo I/. McGraw-hill

Salvendy Gavriel (2005). Manual De Ingeniería Industrial vol. I. Editorial Limusa S.A. De C.V [www.maquinariaspesadas.org/blog/821-curso-mantenimiento-predictivo](http://www.maquinariaspesadas.org/blog/821-curso-mantenimiento-predictivo)