

Título: “Desarrollo de un CubeSat como enseñanza extra curricular en Ingeniería, Parte 2: desarrollo electrónico”

Araoz, Marcelo ^a; Simone, Daniel ^b

a Facultad Ingeniería Electrónica – Universidad Nacional del Comahue

b Facultad Ingeniería Electrónica – Universidad Nacional del Comahue

marcelo.araoz@fain.uncoma.edu.ar

Resumen

La enseñanza curricular es enriquecida cuando espontáneamente surge un proyecto integrador que aglutina docentes y estudiantes de diferentes categorías y años. Es el caso de desarrollar un pequeño satélite desde la universidad. PehuenSat 3 es un nano satélite tipo cubesat con una masa cercana a 1 kg, y dimensiones de 10x10x10 cm. Su misión será tomar datos de estaciones remotas y transferirlos a un servidor para que puedan ser utilizados por internet, este tipo de misiones se conoce como “internet de las cosas” (IoT). El desarrollo del satélite está dividido en dos etapas: todo lo relacionado a la parte estructural como su diseño, verificaciones estructurales analíticas, ensayos estáticos y dinámicos, verificaciones del control térmico. La otra etapa es todo lo referido a cumplir con la misión asignada, y para ello se requiere desarrollar las computadoras de abordaje, los software y protocolos para la transmisión de datos en todas las etapas. Para este logro se constituyeron dos equipos: uno integrado por docentes y estudiantes de ingeniería mecánica, y el otro de ingeniería electrónica. En el caso del grupo de electrónica los estudiantes participantes son desde tercer a quinto año, ya que se aplican las capacidades de cada estudiante para las distintas fases del proyecto, así los alumnos de tercer y cuarto año se han concentrado en realizar cálculos de consumo, configuración de computadoras, y los alumnos del último año están elaborando su Trabajo Final de Carrera. La experiencia es enriquecedora y la podemos catalogar como “enseñar haciendo”.

Palabras clave: Satélite, electrónica, Enseñanza, extracurricular.

INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue los estudiantes tienen la oportunidad de participar en proyectos de investigación como parte de una actividad extracurricular. En ese caso, se incorporan como estudiantes a un equipo formado por investigadores profesionales.

En el proyecto de desarrollo de un satélite cubesat denominado Pehuensat 3 la investigación es realizada completamente por estudiantes, y los investigadores profesionales realizan la tarea de guía del trabajo.

A partir del anteproyecto del satélite cubesat de una estudiante de quinto año se ha desarrollado una experiencia educativa integradora en la que participan estudiantes de las carreras Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica. El proceso de “enseñar haciendo” da por resultado una práctica enriquecedora para los estudiantes que participan.

En este documento se presenta el proceso de enseñanza para los estudiantes de Electrónica. Se trata de un trabajo en equipo para el desarrollo de la electrónica del satélite, las estaciones remotas y la estación terrena en la sede de la Facultad de Ingeniería.

Todos los estudiantes involucrados han realizado ponencias de sus diseños en el último Congreso Argentino de Tecnología Espacial en Mendoza en el año 2023.

OBJETIVOS

Diseñar, construir y poner en funcionamiento un satélite cubesat de una unidad para brindar servicio de Internet de las cosas en el territorio argentino.

Generar un equipo de investigación integrado principalmente por estudiantes con la guía de docentes bajo un proceso de trabajo colaborativo.

MÉTODOS

El proceso inicia con la realización de un proyecto final de carrera a cargo de una estudiante (Ochoa y Araoz, 2023). Este trabajo consiste en el anteproyecto de un satélite cubesat de una unidad denominado Pehuensat 3. En el año 2022 el proyecto es presentado en competencia en las jornadas INNOVAR en la ciudad de Buenos Aires. Los resultados de esa experiencia fueron motivadores para otros estudiantes que de manera individual se acercaron a los docentes que

dirigen el proyecto inicial. A partir de ese momento se formó un equipo de trabajo con estudiantes de tercer a quinto año. Se dividieron tareas y ofrecieron cursos de capacitación en tecnología espacial.

En la figura 1 se muestra el diagrama esquemático de la propuesta para la electrónica del satélite:

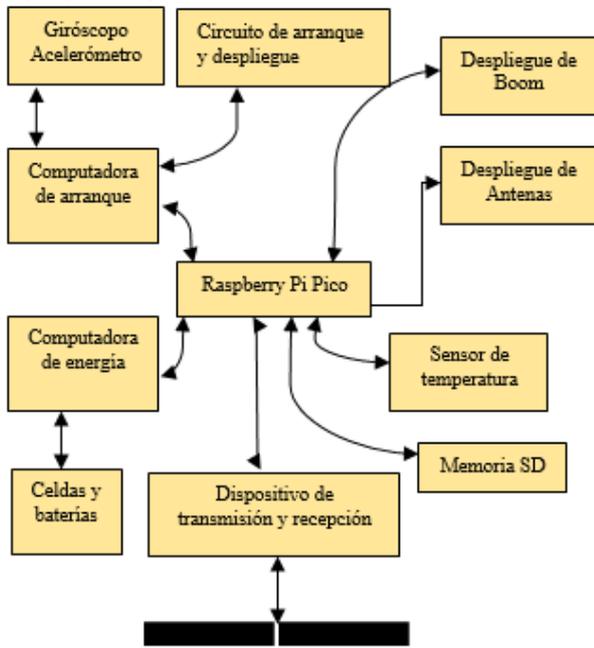


Figura 1: Diagrama lógico electrónico del satélite

A partir del anteproyecto, a cada estudiante se le asignó el diseño y desarrollo de una parte del satélite. Sin embargo, todas las funciones requieren de acuerdos, arreglos y tareas que se solucionan en equipo. Y el conocimiento que adquiere cada uno es transmitido al resto de los integrantes en reuniones periódicas o en tareas conjuntas.

El proceso de aprendizaje no solo es motivador, sino que también propicia el trabajo colaborativo en búsqueda de un objetivo común. Los docentes guían a los estudiantes, proponen líneas específicas de investigación o de diseño. Y se ha generado un efecto contagio en otros estudiantes que se acercan a participar de nuevas tareas.

Para el trabajo del equipo se montó un laboratorio específico con instrumental dedicado a la frecuencia de trabajo del satélite. Allí se están elaborando las antenas, transmisores, plaquetas, celdas y baterías. Se realizan tareas integradoras con el equipo de estudiantes de Ingeniería Mecánica que trabaja en otro laboratorio

dedicado a este fin. En la actualidad el diseño del satélite se encuentra en proceso de construcción y pruebas por equipos: energía, comunicaciones, computadoras, estación terrena y equipos remotos. Cada una de estas áreas integra a varios estudiantes que están realizando diseños, pruebas y mediciones. Al finalizar las tareas por sectores se realizará la integración electrónica de los componentes para realizar pruebas de funcionalidad. Una vez concluidos los trabajos de los dos grupos, se realizará una prueba en globo aerostático y ejecutarán los ajustes finales. Se prevé participar de un lanzamiento a mediados del 2025, sujeto a la financiación de esa última etapa.

RESULTADOS

En el laboratorio del Pehuensat III se diseñan, construyen y miden las antenas, transmisores, plaquetas, celdas y baterías. En la actualidad el diseño del satélite se encuentra en proceso de construcción y pruebas por equipos: energía, comunicaciones, computadoras, estación terrena y equipos remotos. Cada una de estas áreas integra a varios estudiantes que están realizando armado, configuraciones, pruebas y mediciones.

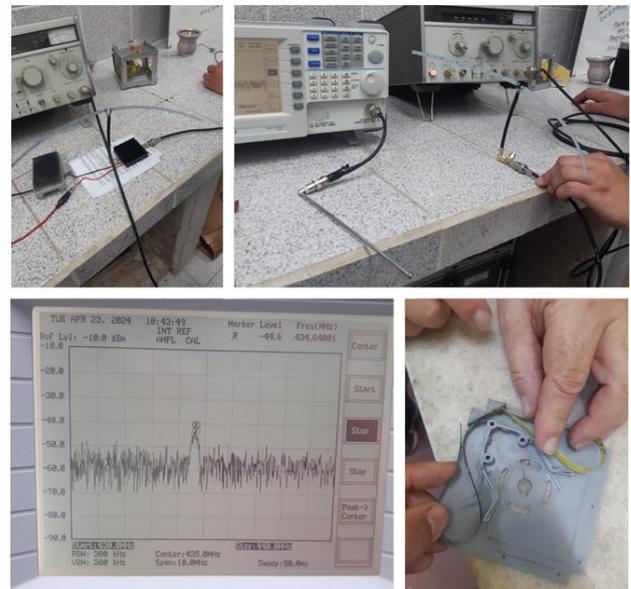


Figura 2: Pruebas de antenas y transmisión

Los estudiantes se dividieron en equipos relacionados según categorías afines. Cuatro de ellos trabajan en el diseño del protocolo de comunicaciones (Lopez y Araoz, 2023), transceptor, amplificador de potencia, antena dipolo desplegable del tipo cinta

(Poblete y Simone, 2023), estación terrena Neuquén (Larreburo y Simone, 2023), y cálculo del sistema de comunicaciones (Dorado y Elizondo, 2023). Tres estudiantes trabajan en las computadoras: computadora de abordaje (Pascúa y Canal, 2023), computadora de energía (Valenzuela y Vazquez, 2023), inteligencia para el cálculo de posicionamiento global (Gutiérrez, 2023). Dos estudiantes estudian el consumo total, el sistema de baterías y las celdas solares. Otros dos estudiantes diseñan los equipos remotos del tipo internet de las cosas con sensores para medir calidad ambiental. Un estudiante diseña la plataforma web para presentación de los datos IoT recogidos por el satélite (Peralta y Araoz, 2023).

Se ha definido un plan de trabajo y se establecen reuniones periódicas para analizar los avances. También se participa de exposiciones y presentaciones al público para difusión de la plataforma Pehuensat.

Al finalizar las tareas por categorías se realizará la integración electrónica de los componentes para realizar pruebas de funcionalidad. Una vez concluidos los trabajos de los dos grupos, se desplegará el satélite en globo aerostático y ejecutarán los ajustes finales. Se prevé participar de un lanzamiento a mediados del 2025, sujeto a la financiación de esa última etapa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A diferencia de un proyecto de investigación habitual, donde especialistas trabajan sobre un tema específico, en este caso los investigadores son los propios estudiantes. Parten de un anteproyecto diseñado por una compañera para su trabajo final de grado. El grupo de estudiantes aprende mediante un proceso denominado “enseñar haciendo”. El aprendizaje implica el conocimiento cabal de una parte tecnológica del satélite, la relación laboral entre sectores del diseño, la organización interna de un proyecto de envergadura. La motivación en el equipo ha incrementado sustancialmente y se observa en la participación semanal sobre un trabajo que es extracurricular a sus estudios habituales. Las presentaciones públicas que realiza el equipo (exposiciones, cursos, congresos) recibe excelentes devoluciones de otros investigadores o del público en general que apuestan por una investigación satelital en la región del Comahue. El trabajo fue presentado varias veces en diarios y radios de la región ampliando el entusiasmo de los estudiantes.

La realización de estas prácticas propone un objetivo específico, alcanzable y de calidad para los estudiantes. El trabajo permite obtener una experiencia laboral durante el cursado de sus carreras profesionales, lo cual no es habitual encontrar en el ámbito universitario.

BIBLIOGRAFÍA

- Dorado, M. y Elizondo, A. (2023) *Diseño del cálculo satelital del satélite Pehuensat III*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Gutiérrez, J. E. (2023) *Pehuensat III: Inteligencia Artificial para el aprendizaje de posición espacial mediante cuadrantes*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Larreburo, D. y Simone, D. (2023) *Diseño de estación terrena para satélite IoT cubesat Pehuensat III*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Lopez, P. y Araoz, M (2023). *Pehuensat III: Protocolo de comunicaciones para satélite IoT cubesat*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Ochoa, C. y Araoz, M (2023) *Anteproyecto para el diseño de un nanosatélite cubesat de IoT*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Pascúa, F y Canal, C. (2023) *Pehuensat III. Computadora de abordaje*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Peralta, L. y Araoz, M (2023) *Pehuensat III: diseño de bot para el tratamiento y distribución de datos de sensores*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Poblete, D. y Araoz, M. (2023) *Diseño de antena transmisora, sistema de despliegue y transmisor de RF Pehuensat III*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.
- Valenzuela, A. y Vazquez, M. (2023) *Computadora de energía para satélite cubesat*. XII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Universidad de Mendoza, Argentina.