

MINISATÉLITE CANSAT PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN DIFERENTES CONTEXTOS EDUCATIVOS

Fabián Berini, Agustín Fernandez, Ricardo Medel,
Mauro Pessino, Marcos Requena, Santiago Suárez
Universidad Siglo 21 - Córdoba, Argentina
ricardo.medel@ues21.edu.ar

RESUMEN

Los CANSAT son modelos de satélites no orbitales de bajo costo cuyo origen y principal aplicación es la enseñanza de disciplinas científicas (física, matemática, tecnología espacial, computación). Originado en 1999, este dispositivo didáctico permite simular un satélite artificial del tamaño de una lata de gaseosa representando cada una de las partes de los satélites con componentes fáciles de adquirir o construir. El CANSAT es lanzado hasta cierta altura con un cohete amateur, globo aerostático o dron”; posteriormente se deja caer con velocidad ralentizada por un paracaídas. Durante su regreso a tierra transmite la información captada por sus sensores a una *Estación Terrena*, que es, usualmente, una computadora portátil dotada de antena y software para recepción y procesamiento de los datos. Actualmente, dada la complejidad de su construcción e implementación en contextos educativos, su uso se restringe a instituciones técnicas de nivel superior o clubes de ciencia extracurriculares. Nuestra línea de investigación propone expandir su uso a contextos educativos no técnicos, desarrollando un modelo CANSAT de construcción sencilla y bajo costo, acompañado de un currículum flexible, que permita a cada docente elegir la secuencia didáctica más adecuada a los conocimientos de sus estudiantes y las competencias a desarrollar en el curso.

Palabras clave: *CanSat, Educación, Tecnología Espacial, STEAM.*

CONTEXTO

Desde el año 2018, el proyecto *Minisatélite para la enseñanza de ciencias experimentales* es un proyecto de investigación Tipo I de la Universidad Siglo 21. Que el proyecto sea de Tipo I significa que ha sido evaluado y aprobado,

y es financiado por la Secretaría de Investigación y Transferencia Científica de la universidad.

1. INTRODUCCIÓN

Soussan (2003) afirma que se debe asegurar la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas de modo que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos; esto es, que la educación debe promover la adquisición de una “cultura científica”. Este enfoque ha generado la introducción de diversas temáticas científico-tecnológicas en todos los niveles del sistema educativo. Entre tales temáticas se encuentran la programación, la robótica y, más generalmente, las ciencias de la computación, haciendo foco en el “pensamiento en acción”, que permite a los estudiantes elaborar modelos, definir reglas, resolver problemas, inventar, imaginar, crear, juzgar, evaluar y seleccionar las soluciones más adecuadas a cada problema. Frente a posiciones enciclopedistas de la educación, se han aplicado exitosamente la experimentación y manipulación en el aprendizaje y enseñanza de la ciencia y la tecnología.

En particular, en las últimas décadas han comenzado a incluirse asignaturas curriculares o actividades extracurriculares centradas en tecnologías espaciales, con temáticas que incluyen cohetería amateur, análisis de imágenes satelitales y diseño de satélites artificiales (Mermoz, 2003; Barbosa Loureda & Sobral de Araújo, 2008). Estas actividades contribuyen a la apropiación social del conocimiento científico (Massarini, 2011), en particular en un país como Argentina, considerado “satelital” debido a su extensión y particularidades geográficas, y a que tiene capacidades satelitales avanzadas en lo humano y en lo tecnológico.

La cohetería es generalmente practicada como experiencia extracurricular y aplica conceptos de disciplinas tales como Matemática,

Física, Química y Electrónica (González, 2007), lo cual es de especial interés en los niveles secundario y universitario con orientación técnica (Descalzo & Gómez, 2009).

Por otra parte, el procesamiento de imágenes satelitales comenzó recientemente a incorporarse en las actividades educativas curriculares. Un ejemplo local es el proyecto 2MP de la CONAE, que provee formación a los docentes para que apliquen esta tecnología en sus clases de diversas disciplinas asociadas, tales como Geografía o Historia (Natucci & Rodríguez, 2013; Fornerón, 2013; Marín, 2018).

El desarrollo de la microelectrónica permitió la reducción de tamaños y costos que facilita el acceso y construcción de dispositivos avanzados por parte de docentes y estudiantes. En particular, facilitó la incorporación del diseño y construcción de modelos simples y de bajo costo de satélites artificiales como parte del proceso de enseñanza, especialmente en instituciones universitarias de países centrales (Sorensen, 2017; Kawashima, 2013).

Pequeños satélites o modelos no orbitales de los mismos, ya sean “nanosatélites”, “picosatélites” o “femto-satélites” (ver Tabla 1), se utilizan en instituciones educativas para enseñar, con un enfoque de “pensamiento en acción”, tecnología espacial y sus aplicaciones, así como los conocimientos no técnicos requeridos para llevar adelante una misión satelital: planificación y gestión de proyectos, trabajo en grupo, comunicación, etcétera. (Tsuruda et al., 2009).

Tabla 1: clasificación de pequeños satélites.

Categoría	Masa
Nanosatélite	Entre 1 y 10 kg.
Picosatélite	Entre 100 g. y 1 kg.
Femtosatélite	Menos de 100 gramos

Para facilitar el diseño y construcción de estos pequeños satélites, se han desarrollado algunos estándares que permiten compartir o adquirir componentes. En particular los “CubeSat”, los “PocketQube” y los “CanSat” han tenido éxito en la educación y la industria.

El estándar “CubeSat” fue definido por Puig-Suari y Twiggs en 1999 como un modelo común de un satélite cúbico con 10 cm de arista

y un peso no superior a 1,3 kg. Este modelo es un estándar para satélites universitarios y para toda empresa que desea comenzar a desarrollar su propia línea de satélites (Rêgo et al., 2017).

Basándose en el éxito del modelo de CubeSat, en 2009 la universidad Morehead State University y la empresa Kentucky Space desarrollaron un modelo aún más simple: el “PocketQube”, que define un picosatélite cúbico de 5 cm de arista y no más de 250 gramos de masa (Twiggs, 2009).

El modelo “CanSat” fue definido por el profesor Bob Twiggs en 1998 para ser utilizado en competencias de lanzamiento por medio de cohetes amateurs. Este modelo de satélite no orbital tiene el volumen y la forma de una lata de gaseosa (por ello su nombre, “CanSat”, en inglés: lata-satélite) y no pesa más de 360 gramos. A diferencia de los “CubeSat”, e incluso de los “PocketQube”, los “CanSat” no están diseñados para ser puestos en órbita ni soportar el ambiente espacial, pues realizan vuelos suborbitales transportados por cohetes, globos o drones (Artusa et al., 2013).

A fin de ser útiles como herramienta didáctica en la enseñanza del diseño y construcción de un satélite, los CanSat tienen una estructura que simula la de un satélite: un controlador de a bordo conectado a sensores que captan datos del estado del satélite y del ambiente, una memoria y un transmisor de radio que, respectivamente, almacenan y transmiten durante el vuelo los datos recolectados a un centro de control terreno (Colín, 2016).

Como se indicó previamente, la introducción de tecnologías espaciales en los diversos niveles educativos permite la enseñanza de la ciencia y la tecnología (en algunos ámbitos, referidas por el acrónimo inglés STEM, por ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) a través de la manipulación, la experimentación y la curiosidad.

Sin embargo, aún con modelos sencillos de satélites o simuladores, para la mayoría de las instituciones educativas y docentes sin formación específica en estas tecnologías espaciales, resulta complejo implementar actividades de diseño y desarrollo de modelos de satélites (Arruabarrena et al., 2019c).

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La finalidad del proyecto “Minisatélite en la enseñanza de ciencias experimentales” es el desarrollo de un modelo de CanSat que pueda ser construido por estudiantes de nivel secundario no técnico y de nivel universitario de carreras no afines a la actividad espacial, acompañado de un currículo flexible que permita a cada docente seleccionar la secuencia didáctica más adecuada para el desarrollo de sus clases, aprovechando, a bajo costo (tanto en sentido monetario como de esfuerzo de aprendizaje y construcción) los beneficios de incluir el uso de tecnologías espaciales en el ambiente educativo.

En este proyecto de investigación nos centramos en la utilización del modelo bajo estándar CanSat debido a su accesibilidad, tanto en costos como en simplicidad de construcción.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

El objetivo principal original de este proyecto es evaluar la factibilidad de utilizar un modelo CanSat de simulador satelital para la enseñanza de ciencia y tecnología en distintos ámbitos educativos de Argentina. Para lograrlo, definimos los siguientes objetivos específicos.

- ⑩ **Diseñar un modelo de CanSat** de bajo costo y fácil construcción que pueda ser fabricado en Argentina.
- ⑩ **Desarrollar y validar un plan de clases** que, simulando una misión satelital, permita enseñar los temas de ciencia y tecnología de interés para el currículum de diversas instituciones educativas argentinas.
- ⑩ Aproximarse a una **estrategia didáctica que promueva una cultura científica** a través de una nueva enseñanza de las ciencias experimentales y aplicadas superando el tradicional enciclopedismo.
- ⑩ Sentar las bases para el desarrollo futuro de **un laboratorio de estudio de tecnología espacial** en la Universidad Siglo 21.

Durante la ejecución del proyecto, que encontró dificultades importantes debido a la pandemia de COVID-19, se han obtenido los siguientes logros:

- ⑩ Se diseñó y construyó un *demostrador tecnológico* (Figura 1), que permitió realizar pruebas de funcionamiento del sistema electrónico en el laboratorio y comenzar el desarrollo del software de control requerido para el futuro CanSat.

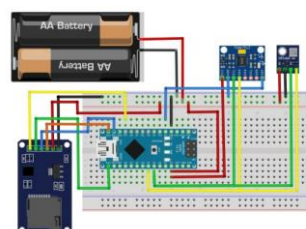


Fig. 1: Esquema de conexión y resultado de la construcción del demostrador tecnológico CanSat.

- ⑩ Se construyó un prototipo de CanSat (Figura 2) a fin de realizar pruebas más complejas en el laboratorio, sin llegar a pruebas de campo.



Fig. 2: Prototipo de CanSat.

- ⑩ Se desarrolló el software de Estación Terrena que permite la obtención y proceso de los datos adquiridos por el CanSat. Por su diseño, el software puede

ser utilizado en un curso tal como está (mostrando gráficamente los datos obtenidos de temperatura, altitud, presión, aceleración y giro en ejes de coordenadas cartesianas) o modificándose su interfaz usando un sistema de “*drag & drop*”, o bien se pueden agregar procesamiento de datos y nuevos gráficos completando un esquema de clase Java (Fernández et al., 2022).

- ⑩ Dada la falta de evidencia científica sobre las competencias que permiten desarrollar los proyectos satelitales en el aula (Arruabarrena et al., 2019c), decidimos analizar cuáles son las competencias que es posible desarrollar en este contexto. Se obtuvo una tabla de competencias, dimensiones, criterios y evidencias que será dada a validación por expertos.
- ⑩ Se comenzó el desarrollo de un conjunto de documentos (Figura 3) que implementa el currículum flexible, estableciendo diversas secuencias didácticas que explican los conceptos y proponen actividades con diferentes niveles de complejidad, desde la utilización de la Estación Terrena a la programación de clases Java para el desarrollo de gráficos de la interfaz.

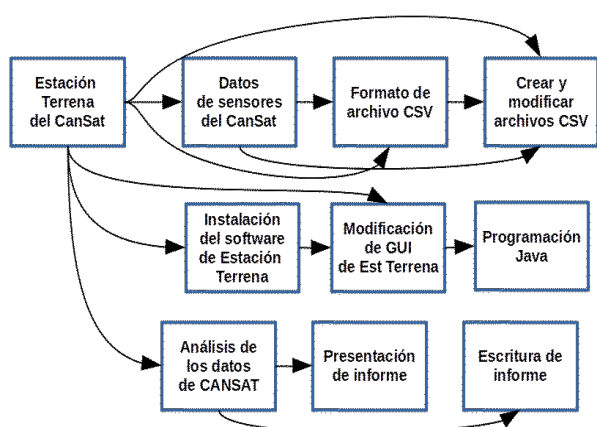


Fig. 3: Segmento del conjunto de documentos implementando el currículum flexible para CanSat.

- ⑩ Se desarrolló el curso de actualización profesional “Satélites educativos CANSAT para la experimentación

espacial”, organizado por la Universidad Siglo 21, el 23 y 30 de junio de 2021.

- ⑩ Se publicaron artículos científicos sobre los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto (Arruabarrena et al., 2019a,b,c; 2020), (Báez et al., 2021), (Fernández et al., 2022).

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los equipos que ejecutan proyectos Tipo I de la Universidad Siglo 21 deben estar constituidos por un/a director/a, 2 docentes, 2 egresados adscriptos y 2 estudiantes de grado o posgrado. En los cinco años de ejecución del proyecto, el equipo ha ido cambiando de tamaño y estructura, manteniendo siempre el director, el codirector y uno de los docentes. El resto de los y las integrantes ha ido variando durante el tiempo. Por sus filas han pasado otras trece personas, entre docentes, adscriptos/as y estudiantes, provenientes de diferentes disciplinas (informática, sistemas, electrónica, educación, psicología, etc.) y cumpliendo diferentes roles. En la mayoría de los casos han realizado su primera experiencia en investigación científica, lo cual ha aportado a su formación académica.

Además de la formación en RRHH aportada por la participación de docentes, egresados/as y estudiantes en el proyecto, también se desarrolló formación a personas externas al proyecto y la institución a través del curso mencionado en la sección anterior y dos conferencias dictadas por nuestro director:

- ⑩ “Misiones Satelitales para la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología” (8 de mayo de 2020), en el marco de un ciclo de charlas organizado por el Centro de estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral.
- ⑩ “Tecnología Satelital en la Educación” (15 de septiembre de 2020), realizada en el marco de Edutech-Semana TIC¹.

5. BIBLIOGRAFÍA

Arruabarrena, M., Báez, L., Fernández, A., Lammers, M., Medel, R., Mori, L., Requena, M.

¹Disponible en <https://youtu.be/4Gf5MEOgc-8>

- (2019a). Propuesta de currículum flexible para enseñanza de las ciencias con CanSat. *1º Jornada de Divulgación en Ciencia del Espacio y Tecnología Satelital*. UTN Facultad Regional Córdoba.
- Arruabarrena, M., Báez, L., Fernández, A., Medel, R., Mori, L. (2019b). A Flexible Curriculum for Science and Engineering Courses using CanSat. *2nd IAA Latin American Symposium on Small Satellites*.
- Arruabarrena, M., Fernández, A., Medel, R. & Mori, L. (2019c). Estudio bibliográfico del estado del arte del desarrollo y aplicaciones educativas de CanSats. *X Congreso Argentino de Tecnología Espacial*.
- Arruabarrena, M., Báez, L., Fernández, A., Lammers, M., Marengo, E., Medel, R., Mori, L., Requena, M., Vicente, A. (2020). Minisatélite CANSAT aplicado al Aprendizaje Basado en Problemas en diversos contextos educativos. *Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 50 aniversario de la UTN Fac. Reg. San Francisco*.
- Artusa, J.I., Campiti, N., Competiello, M., Mori Rodríguez, J.M., Rojas, S., Rubio, C., Solares, F., González, P.M. (2013). CANSAT 2012: Metodología Espacial para la Enseñanza de las Ciencias. *VII Congreso Argentino de Tecnología Espacial, CATE*.
- Báez, L., Del Carril, R., Fernández, A., Medel, R., Requena, M. & Romero, R. (2021). Desarrollo de una Estación Terrena educativa para CanSats. *9º Congreso Nacional de Ingeniería Informática y Sistemas de Información - CONAIISI 2021*.
- Barbosa Loureda, O. & Sobral de Araújo, J.B. (2008). Educação Através de Elementos Aeroespaciais. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, N° 6. 67-73.
- Colín, Á. (2016). Ciencia y Sociedad: Picosatélites cansat: una herramienta para la educación en ciencias del espacio. *Ciencia UANL*, Septiembre- Octubre 2016.
- Descalzo, G. & Gómez, E.M. (2009). Evolución de Cohetes Experimentales Reutilizables en Actividades Estudiantiles. *5º Congreso Argentino de Tecnología Espacial – CATE*.
- Fernández, A., Medel, R. & Requena, M. (2022). Estación terrena adaptable y su secuencia didáctica flexible para un CANSAT educativo. *Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022 - UTN Fac. Reg. San Francisco*.
- Fornerón, C.F. (2013). La tecnología satelital como recurso innovador para la enseñanza: Experiencia pedagógica en el nivel secundario. *I Jornadas Norpatagónicas de Experiencias Educativas en Ciencias Sociales para la Escuela Secundaria*. Río Negro, Argentina.
- González, P.M. (2007). Proyecto CANSAT: Cargas Útiles Estudiantiles en Cohetería Modelo y Experimental. *4º Congreso Argentino de Tecnología Espacial – CATE*.
- Kawashima, R. (2013). UNISEC Challenge: How Can UNISEC Contribute to Capacity Building in Space Science and Technology. *RAST 2013*.
- Marín, H.G. (2018). Parque Nacional Laguna Blanca: una investigación situada para construir en el aula. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol. 5, N° 1.
- Massarini, A. (2011). El enfoque CTS para la enseñanza de las ciencias: una clave para la democratización del conocimiento científico y tecnológico. *Voces en el Fénix*. N° 8. Sept. 2011.
- Mermoz, J.F. (2003). Ciencias del Espacio en la Educación: Hacia un Nuevo Enfoque de las Ciencias. *2º Congreso Argentino de Tecnología Espacial - CATE*.
- Natucci, S.M. & Rodríguez, M.G. (2013). El programa 2MP en la enseñanza: un ejemplo de aplicación. *I Jornadas Norpatagónicas de Experiencias Educativas en Ciencias Sociales para la Escuela Secundaria*. Río Negro, Argentina.
- Rêgo, A.O., Greco, M., Pereira, M.C. (2017). Design of a 1U Cubesat Platform for Educational Purposes. *1st IAA Latin American Symposium on Small Satellites*.
- Sorensen, J. (2017) Universities in Space: Seriously Higher Education. Spaceflight.com
- Soussan, G. (2003). Enseñar las Ciencias Experimentales: Didáctica y Formación. *Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe - UNESCO*. Chile.
- Tiggs, B. (2009). Making it Small. 2009 Cal Poly Developers' Workshop. California State Polytechnic University.
- Tsuruda, Y., Hanada, T., Van Der Ha, J.C. (2009). System Design and Project Management for University Satellites. *27th International Symposium on Space Technology and Science*.