



IES PORT
D'ALCÚDIA

IV Certamen Tecnológico Efigy

Fundación Naturgy

PROYECTO DCAP

(Detección de Contaminación Atmosférica por Partículas)

**Memoria técnica
2022**

**Julia Martina Lorenzo Gonzalez
Soraya Ortega Batle**



Agradecimientos

- A Francisca Serra, profesora del departamento de Tecnología del IES Port d'Alcúdia y coordinadora del Proyecto DCAP, por su incansable colaboración durante todo el desarrollo del proyecto.
- A Toni Salas, profesor del departamento de Tecnología del IES Port d'Alcúdia y coordinador del Proyecto DCAP, por su inestimable guía en el diseño y ejecución del proyecto.
- A Antònia Bisbal, profesora del departamento de Tecnología del IES Port d'Alcúdia, por su ayuda en la redacción del presente documento y asesoramiento continuo.
- A Alysia Ciortuz y Ya Gao, compañeras de curso y del Taller de Enriquecimiento Curricular, miembros del Green Team, por su aportación en la impresión 3D.
- Nicole Demchenko, compañera de curso y del Taller de Enriquecimiento Curricular, miembro del Green Team, por la campaña de difusión realizada.
- Al claustro de profesores del IES Port d'Alcúdia por su apoyo incondicional.
- Al Excelentísimo Ayuntamiento de Alcúdia, por la financiación del proyecto.

*Dedicado a nuestras familias
y a todos los jóvenes que desean un mundo y futuro mejor,
porque nuestro planeta es, por ahora, nuestro único hogar.*

Índice

Introducción	5
Objetivos del proyecto DCAP	6
Contextualización y justificación del proyecto. Análisis de la situación actual.	7
Metodología	8
Materiales	11
Resultados	12
Conclusiones del estudio	12
Aplicaciones prácticas para la sociedad	13
Bibliografía y documentación	13
EPÍLOGO	14

PROYECTO DCAP

(Detección de Contaminación Atmosférica por Partículas)

Julia Martina Lorenzo González, Soraya Ortega Batle

Palabras clave (Keywords): Contaminación atmosférica, partículas, concentración, toxicidad, dosis tóxicas, efectos tóxicos, automatización, salud pública, movilidad sostenible.

Resumen (Abstract)

El Proyecto DCAP ha sido desarrollado por alumnos de 3ª de la ESO del IES Port d'Alcúdia, cuyo objetivo fundamental es el estudio de la calidad del aire en el municipio de Alcúdia (Islas Baleares). Para ello, se ha diseñado y construido el detector electrónico DCAP de bajo coste que permita dicho estudio y la propuesta de medidas de intervención y prevención de contaminación atmosférica, adaptadas al entorno y que contribuyan a la mejora del planeta, salud y bienestar de la población. Por otro lado, el proyecto ha sido elaborado desde la universalidad y libre acceso a la información a través de una página web con el fin de garantizar la reproducibilidad del sistema de detección y contribución a su mejora.

1. Introducción

La contaminación atmosférica supone hoy en día uno de los principales problemas tanto a nivel local como global, con efectos que van desde la toxicidad leve hasta la letal, sobre la salud de las personas y el medio ambiente.

La *contaminación atmosférica* se refiere a la presencia de determinadas sustancias en concentraciones superiores a las naturales que implican un riesgo grave a las personas, medioambiente y bienes de cualquier tipo. Algunas de estas sustancias son: partículas de 2.5 micrómetros (PM 2.5), partículas de 10 micrómetros (PM 10), monóxido de carbono, (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂), procedentes fundamentalmente del tránsito rodado y marítimo, centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles e industria en general.

En rasgos generales, se pueden destacar los siguientes aspectos de la contaminación atmosférica:

- Espectro amplio de efectos tóxicos, desde leves a letales para los seres vivos en función de la naturaleza del agente contaminante y su concentración.
- Alta variabilidad en la extensión de las áreas afectadas, desde el foco local a la afectación global.

- Dependencia de factores ambientales de rápida modificación, como los vientos y corrientes de aire.
- En muchos casos, invisibilidad de la problemática a corto plazo.

Estas características de la contaminación atmosférica son las que ponen de relieve la importancia del análisis actual con el objetivo de proponer medidas para la intervención y prevención de la problemática. Sin embargo, dichas medidas deben ser reales y eficaces, por ello, deben adaptarse al entorno ambiental y socioeconómico del lugar a intervenir.

Por tanto, el estudio y análisis previos del estudio local son necesarios e indiscutibles para garantizar soluciones que permitan respuestas ante un problema local y global.

El Proyecto DCAP ha sido desarrollado por alumnos de 3ª de la ESO del IES Port d'Alcúdia (Islas Baleares), en el marco del IV Certamen Tecnológico Efigy de la Fundación Naturgy. Dichos alumnos forman parte del constituido Green Team, equipo constituido por los propios alumnos del centro, todos ellos con perfiles diferentes, cuyo objetivo fundamental es el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, trabajando de forma coordinada y cooperativa en diferentes proyectos que permitan mejorar la calidad de vida de la sociedad en general y su relación con el medio ambiente.

El IV Certamen Tecnológico Efigy tiene por objetivo fundamental resolver retos relacionados con la innovación y la eficiencia energética, que permita la mejora del planeta en general. Esta iniciativa pretende motivar, generar interés y conciencia por la sostenibilidad, fomentando vocaciones tecnológicas que refuercen la investigación entre los jóvenes a partir de su curiosidad, talento y creatividad, así como el trabajo cooperativo y colaborativo.

2. Objetivos del proyecto DCAP

El proyecto DCAP tiene como principales objetivos:

1. Diseñar y construir un modelo de dispositivo electrónico de bajo coste (Dispositivo DCAP) que permita determinar la calidad del aire en puntos críticos del municipio de Alcúdia (Islas Baleares).
2. Registrar medidas en tiempo real y analizar los resultados obtenidos.
3. Valorar y proponer medidas de intervención y prevención que permitan la mejora de la calidad del aire.
4. Diseñar una red de detección de contaminación atmosférica por partículas a tiempo real en el municipio de Alcúdia.

5. Promover la reproducción del sistema mediante el acceso universal y libre al proyecto a través de una página web.
6. Interrelacionar con otras tecnologías, en concreto, impresión 3D.

3. Contextualización y justificación del proyecto. Análisis de la situación actual.

El proyecto DCAP nace a raíz de un estudio previo relacionado con la movilidad escolar, desarrollado por el IES Port d'Alcúdia en el curso 2020-2021. Dicho estudio fue realizado como consecuencia de la convocatoria que anualmente realiza el Ayuntamiento de Alcúdia a los centros escolares para participar de la Semana de la Movilidad Sostenible.

Este estudio puso de relevancia varios aspectos:

- No existen redes fijas de determinación de calidad del aire a nivel local ni estudios científicos previos.
- Alto grado de movilidad sostenible en el entorno, horarios y épocas escolares en oposición a horarios y épocas no escolares.

Por otro lado, existen estudios a nivel de las Islas Baleares que destacan como puntos de contaminación más importantes las centrales térmicas, la incineradora de residuos de Son Reus, el tránsito rodado y aeroportuario de Palma de Mallorca, así como el tránsito marítimo de los diferentes puertos, entre ellos el Puerto de Alcúdia.

El municipio de Alcúdia está situado en la costa nordeste de Mallorca, tratándose de una zona dedicada fundamentalmente al sector turístico, por ello, existe una variabilidad estacional importante de la población y en el número de vehículos que circulan, siendo mucho más importante en los meses de primavera y verano.

Por otro lado, es una zona con áreas catalogadas de alto interés ecológico y con valor arqueológico importante y altamente reconocido.

Los aspectos anteriormente descritos ponen de relevancia y justifican la importancia de la realización de un estudio de la calidad del aire en el municipio con el fin determinar las medidas de intervención y prevención que mejor se adapten al medioambiente, orografía del terreno, condiciones climáticas, características socioeconómicas y arqueología.

4. Metodología

Como ya se ha indicado en los apartados anteriores, actualmente en el municipio de Alcúdia no existe una red de detección de la calidad de aire a nivel local, ni estudios previos.

Por ello, y tal como marca el primer objetivo del proyecto, la determinación de la calidad del aire actual es el primer paso.

Para ello, se ha diseñado y construido un dispositivo electrónico de bajo coste que permite la medición de las partículas de contaminación atmosférica PM1, PM2.5 y PM10 en microgramos por metro cúbico (Imagen 1 y 2).

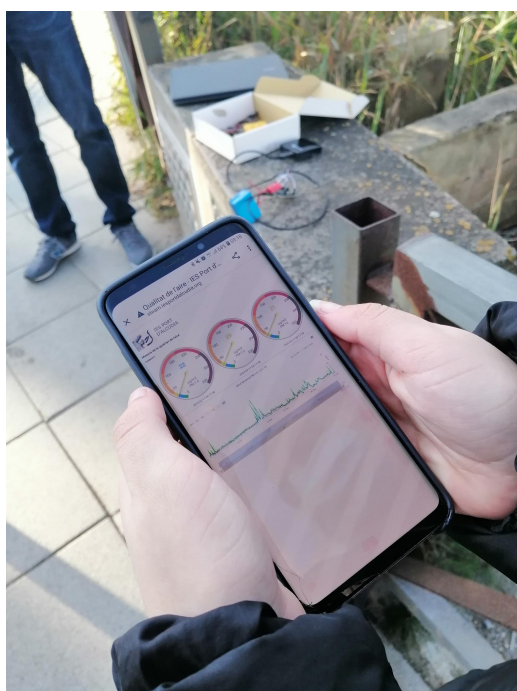


Imagen 1. Seguimiento de la detección de partículas.

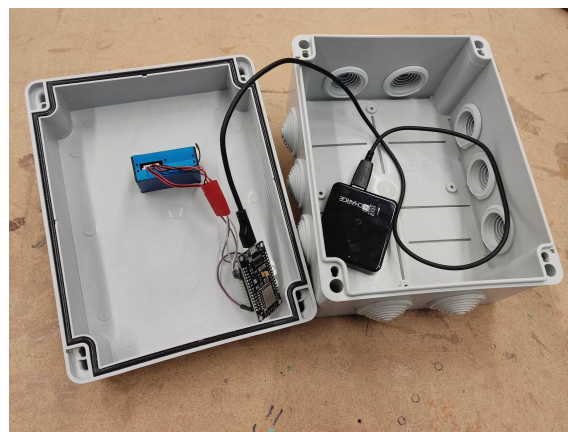


Imagen 2. Detector electrónico. Dispositivo DCAP

El esquema de conexión y funcionamiento global del dispositivo DCAP se muestra en la Imagen 3.

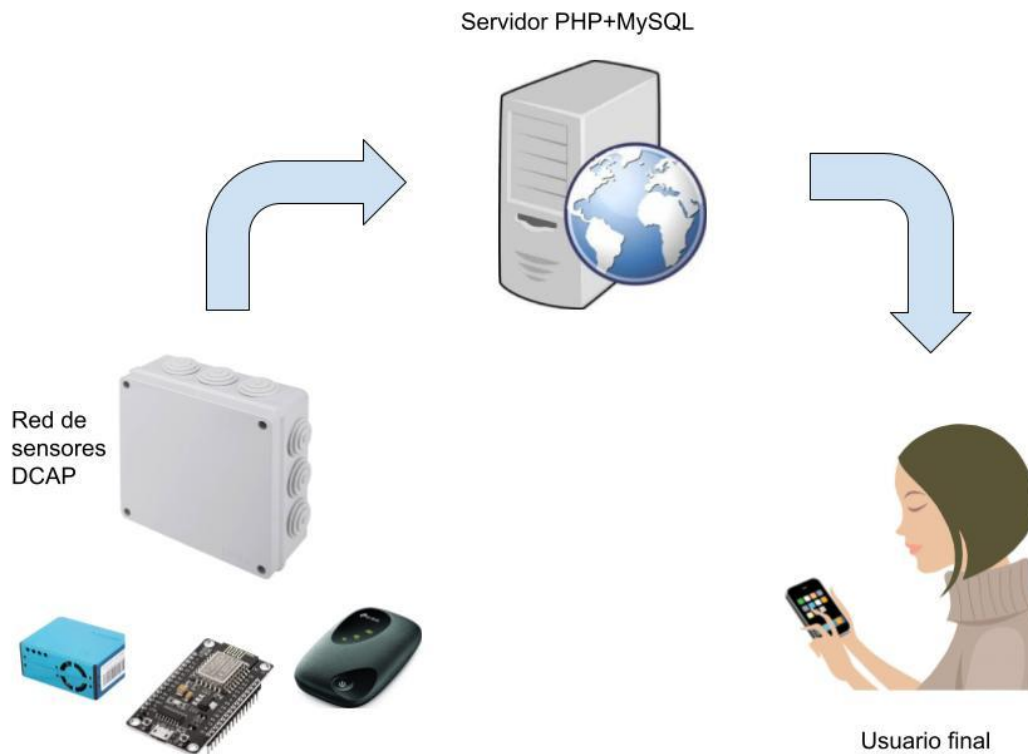


Imagen 3. Esquema de conexión y funcionamiento.

Los datos obtenidos se traspan a una web en tiempo real diseñada expresamente mientras el dispositivo está en funcionamiento (<http://steam.iesportdalcudia.org>). En la citada web, es posible obtener datos de forma instantánea y actual, además de series históricas de medidas tomadas anteriormente. Dichos resultados se registran en forma de gráficos, como el de la Imagen 4.

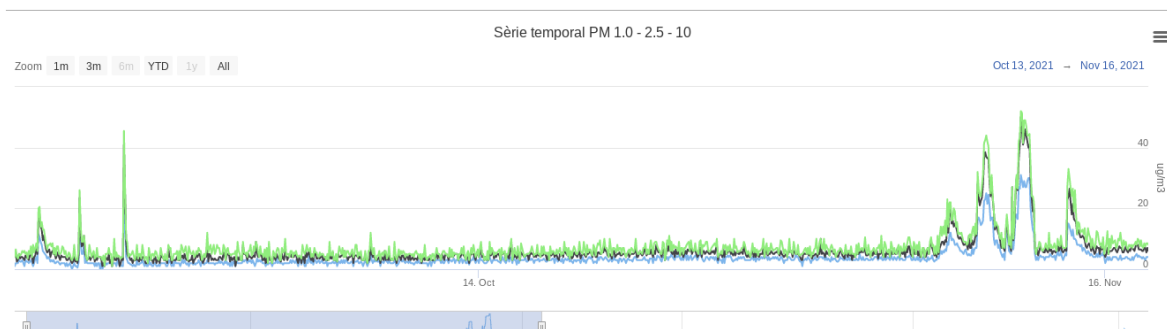


Imagen 4. Gráfico de resultados obtenidos a partir del dispositivo electrónico.

Se han seleccionado puntos críticos de contaminación del municipio para la instalación del detector. Dichos puntos críticos han sido localizados realizando un análisis previo de:

- Planificación urbanística de las zonas.
- Vientos predominantes.
- Densidad de tráfico.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta la mejor ubicación del dispositivo en dicho punto en elementos del mobiliario urbano y garantizando su protección.

Para su sujeción y protección se han diseñado elementos específicos con impresora 3D (Imagen 5, 6 y 7).

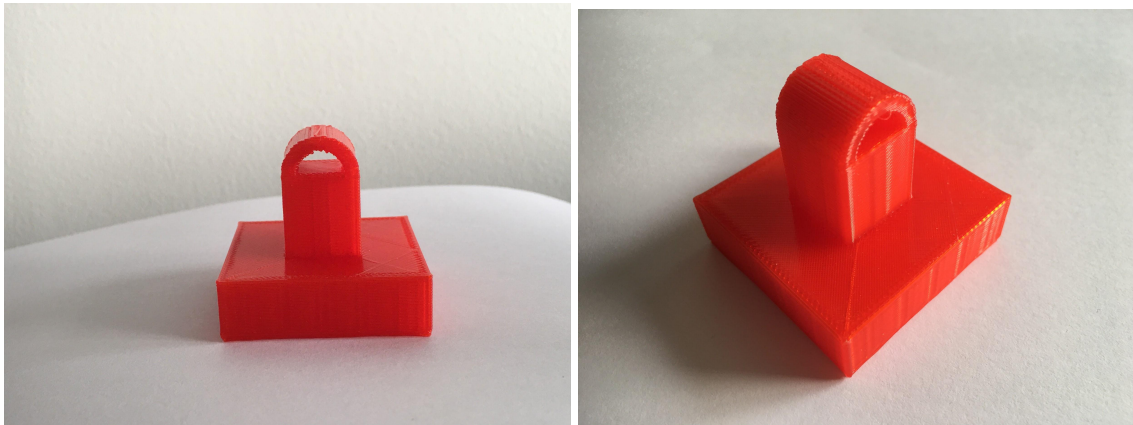


Imagen 5. Elemento de sujeción diseñado con impresora 3D.



Imagen 6. Elemento de protección diseñado con impresora 3D.

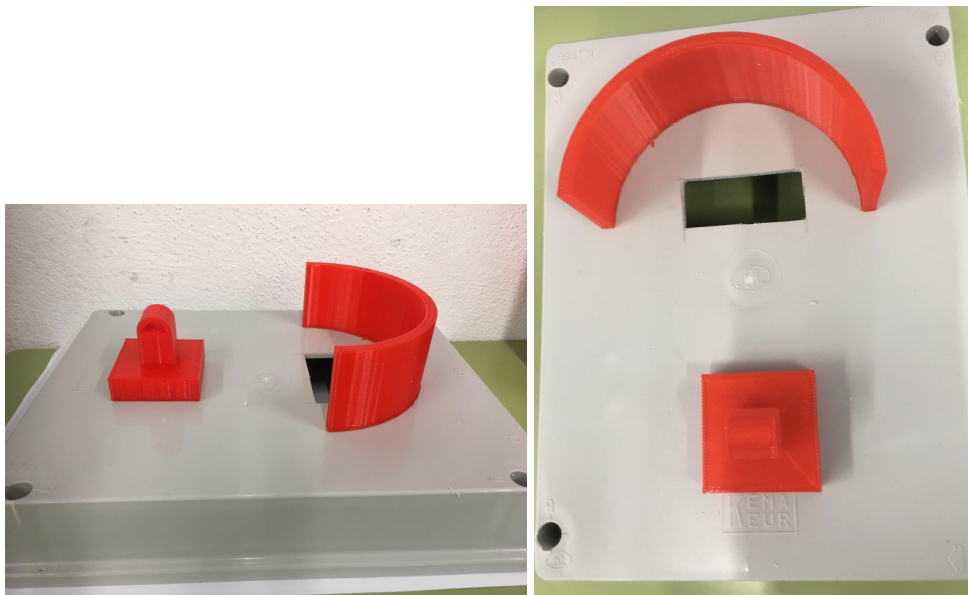


Imagen 7. Conjunto de elementos de sujeción y protección diseñados con impresora 3D.

Finalmente, señalar que, sin olvidar el carácter pedagógico, científico y universal del proyecto, la página web mencionada anteriormente ha sido diseñada con libre acceso (<http://iesportdalcudia.org/pm25/>), en la que cualquier usuario dispone de la siguiente información:

- Componentes del dispositivo.
- Esquema de conexión.
- Código Arduino.
- Registro de resultados.

5. Materiales

Los materiales utilizados en la construcción del dispositivo electrónico DCAP son:

- Sensor de partículas PMS5003.
- Controlador NodeMCU Lolin v3.
- Router SIM 4G portátil.
- Power Bank solar.
- Impresora 3D.

6. Resultados

Los registros obtenidos en forma de gráfico, como el que muestra la Imagen 4, permiten observar los niveles de contaminación alcanzados en determinadas franjas horarias.

Teniendo en cuenta que dichas mediciones han sido realizadas en las estaciones de otoño-invierno 2021-2022, implicando temporada turística baja, los resultados muestran picos de contaminación en franjas horarias estrechas. Es decir:

- Los dos primeros picos se han producido entre 7:30h y 9:30h de la mañana, horarios de entradas a los centros escolares, desplazamiento por trabajo, movimiento en el Puerto marítimo de Alcudía con tránsito de camiones importante.
- Los dos segundos picos entre 13:30h y 15:30h, también, coinciden con las salidas de los centros escolares y movimiento rodado privado.

7. Conclusiones del estudio

- El dispositivo DCAP permite la detección de partículas en el aire, obteniéndose un registro temporal e instantáneo de la calidad atmosférica en un punto determinado.
- En nuestra localidad, el nivel de contaminación, viene muy determinado según la época del año, ya que dependemos mucho del sector terciario, fundamentalmente servicios relacionados con el turismo. Es decir, que en épocas como el verano el nivel de contaminación atmosférica aumenta de manera muy significativa. Por ende, en dicha época, para poder realizar un mejor análisis de la contaminación atmosférica en el municipio, los puntos críticos deben ser aquellos localizados en accesos cercanos a la playa, más que en entornos escolares.
- Por otro lado, en invierno y según muestran los resultados obtenidos, es más óptimo localizar la detección de la calidad del aire en puntos próximos a centros escolares.
- Los dos puntos anteriores no deben excluir puntos críticos que mantienen una densidad de tráfico elevada y constante a lo largo del año. Dichos puntos se localizan en el centro histórico del municipio y cercano a valores arqueológicos.

8. Aplicaciones prácticas para la sociedad

- Las conclusiones del estudio apuntan a la necesidad de diseñar una red de detección de calidad del aire fija, en puntos críticos diferentes, que genere datos de forma instantánea y permita un análisis de los resultados obtenidos.
- Dichos resultados, generan información que permite la intervención inmediata para reducir los efectos negativos sobre el medioambiente, sobre la salud de las personas, bienes privados y valores arqueológicos del municipio.
- El proyecto DCAP permite el diseño por parte de las autoridades competentes de un plan de prevención de contaminación atmosférica y de movilidad sostenible para Alcúdia, que garantice el bienestar relacionado con la salud, el valor ecológico, el valor económico, el valor arqueológico y el desarrollo sostenible del entorno.
- El hecho de fundamentar determinados planes municipales en datos reales obtenidos con una técnica fiable, permite concienciar más fácilmente a una población de la cantidad de contaminación que se genera y de la necesidad de tomar medidas locales eficaces que contribuyan también al efecto positivo global.
- Finalmente, sin olvidar el carácter pedagógico y universal del proyecto DCAP, el diseño de una web de acceso libre a la información y resultados del proyecto, permite la reproducción y mejora del sistema de detección DCAP.

9. Bibliografía y documentación

- Web Proyecto DCAP
 - <http://steam.iesportdalcudia.org>
 - <http://iesportdalcudia.org/pm25/>
- Materia particulada (PM 2.5 y PM
 - <http://www.murciasalud.es/pagina.php?id=244308&>
- Toxicología:
 - <https://www.techtitute.com/mx/medicina/blog/conceptos-basicos-toxicologia-humana>
 - <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/26572/conceptos.pdf>

EPÍLOGO

¿Qué nos ha aportado a los autores del Proyecto DCAP, alumnos del IES Port d'Alcúdia y miembros del Green Team, la participación en Efigy?

- Nos ha permitido conocer y ser conscientes de la cantidad de contaminación atmosférica que producimos, en qué momentos del año se produce de forma más intensa y seguir buscando soluciones para “combatirla”.
- Nos ha permitido identificar dónde se producen los focos de contaminación, determinar la óptima localización del dispositivo para obtener los mejores resultados y proponer soluciones reales y factibles.
- En nuestro instituto, durante el curso 2020-2021, realizamos el Proyecto MS (Proyecto Movilidad Sostenible), cuyo objetivo fundamental fue el diseño de una red de vías que permitiese una movilidad más sostenible y segura para nuestro municipio. Con el Proyecto MS constatamos la necesidad de fomentar el transporte y desplazamiento sostenible, generando rutas específicas para bicicletas y viandantes, promover el transporte público y entender los perjuicios que nos provoca “el no cambiar de modelo”. Para ello, en primer lugar, analizamos cómo era la movilidad en nuestro centro escolar (rutas, medio de transporte, franja horaria). A partir de los resultados obtenidos, propusimos diferentes rutas que constituían una red por nuestra localidad para recorrer tanto en bicicleta como a pie de manera segura y que garantizara el desarrollo sostenible de nuestro municipio de Alcúdia. Sin embargo, quedaba un eslabón perdido: ¿cuál era la calidad del aire en Alcúdia? ¿Cómo podíamos saberlo? El Proyecto MS nos permitió sembrar la semilla del proyecto DCAP y el IV Certamen Tecnológico Efigy ha permitido su desarrollo.
- Nos ha permitido poner nuestra creatividad y talentos en manos de la ciencia y tecnología: ser “grandes científicos e inventores” al servicio de nuestra comunidad y planeta.

