



## EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

### INNOVACIÓN DOCENTE Y EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS

# Educación Ambiental Formal e informal en ingeniería Aeronáutica Una perspectiva en IPN ESIME TICOMÁN MÉXICO

Jorge Sandoval Lezama  
josandoval@ipn.mx  
IPN ESIME Ticomán

Tiburcio Fernández Roque  
tfroque@yahoo.com.mx  
IPN ESIME Ticomán

José Arturo Correa Arredondo  
josearturocorrea@yahoo.com.mx  
IPN ESIME Ticomán

Alejandro Mejía Carmona  
almejia@ipn.mx  
IPN ESIME Ticomán

**INTRODUCCIÓN:** México participó activamente en la definición de la Agenda 2030, la cual se aprobó en la ciudad de New York en 2015 en la cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. Dicho documento incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible [1]. Así mismo el IPN a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad implementó el diplomado Formación Tecnológica Ambiental para la Sustentabilidad (FORTAS) en el 2017. El Diplomado, está dirigido al personal académico del IPN de las diferentes áreas del conocimiento tanto de educación media, superior y posgrado. Este diplomado está estructurado en cuatro Módulos, cada uno de ellos consta a su vez de 5 Unidades y tiene una duración de un año [2]. La Competencia general prevé que el participante diseñe una propuesta de incorporación de los criterios derivados del FORTAS en la (s) unidad (es) de aprendizaje a su cargo.

**OBJETIVOS:** Incorporar los criterios del FORTAS en la unidad de aprendizaje “Sistemas Electrónicos Digitales” (SED); Generar conciencia ambiental y el aprendizaje de por vida de la sustentabilidad en los alumnos.

**METODOLOGÍA:** Derivado de la participación como estudiante en el 2018 en dicho diplomado, y de la labor docente de seis semestres, así como instructor en las versiones 2021 y 2022 del diplomado hemos desarrollado estrategias educativas formales e informales, así como de sensibilización para incorporar los criterios derivados del FORTAS-Agenda 2030 en la unidad de aprendizaje “Sistemas Electrónicos Digitales” (SED) de la carrera de Ing. Aeronáutica.[3]

Carrera: Ingeniería Aeronáutica, Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales, Contenido: I Electrónica Digital en Aeronaves, II Amp. Op. y Sensores, III Conversión Analógica-Digital, IV Microcontroladores, V Diseño y Aplicación con Microcontrolador. Se añadió y actualizó el objetivo general de la materia de forma no oficial

Se cubre el curso, pero con el enfoque de la sustentabilidad. **OBJETIVO GENERAL (programa de estudios no actualizado desde 2003):** El alumno diseñará sistemas electrónicos digitales básicos relacionados con la aviónica de las aeronaves. **OBJETIVO GENERAL (actualizado desde la perspectiva de los autores)** El alumno aplicará la visión de la sustentabilidad en el diseño de subsistemas aviónicos de control, seguridad, navegación y propulsión. Específicamente en el caso de la propulsión se refiere al diseño de sistemas que permitan la reducción de ruido y de gases contaminantes (ejm.: Preliminary analysis of Hybrid-Electric propulsion system integrated in a regional aircraft, Maria Cristina Cameretti; et. al., 2018 IEEE)

**Considerando la Educación Formal** en el curso se utiliza la estrategia pedagógica del aprendizaje basado en proyectos, en donde al final del curso entregan prototipos funcionales de Aeropéndulo, Péndulo invertido/Furuta, Sistema barra-esfera. Así mismo se privilegia que los alumnos más avanzados ayuden a sus compañeros en el desarrollo del proyecto de fin de curso. También como parte de la metodología en el curso, por ejemplo, se seleccionan y proporcionan papers con el fin de comparar las cifras asociadas al transporte aéreo que nos sirve como referente para que los alumnos reflexionen y cuestionen respecto a los documentos presentados (**Antecedentes, Pronóstico, Crítica**) en clase.

**Antecedentes:** En los últimos 30 años, las aerolíneas han gastado 4,3 billones de dólares en combustible. En la última década, las aerolíneas han gastado 1 billón de dólares en nuevos aviones. La industria gasta 15 mil millones de dólares al año en investigación y desarrollo (hasta 450 mil millones de dólares en 30 años)[4]

#### Pronóstico a 30 años 2022-2050

Las principales formas en que la aviación se volverá más sostenible (probable contribución al 2050) son:

1. Mejoras evolutivas en aviones y motores, haciéndolos más eficientes (17%)
  2. Nuevas tecnologías como resultado del desarrollo de aviones propulsados por electricidad e hidrógeno(2%)
  3. Vuelos más eficientes, gracias a una mejor gestión del tráfico aéreo y operaciones de aeronaves (8%)
  4. Aumento gradual del uso de combustibles de aviación sostenibles (SAF 41%)
- 16 millones de vuelos para 2050 (rango: 13,2 -19,6 millones)[5]

**Crítica** Aviación: la forma más rápida de freír el planeta. La aviación es el modo de transporte con mayor impacto climático.. Si la aviación fuera un país, estaría entre los 10 principales emisores. Se espera que el número de aviones y el número de pasajeros-kilómetros en vuelo se dupliquen en los próximos 20 años. Esto podría hacer que las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación se multipliquen entre cuatro y ocho veces para 2050. [6]

**Por otro lado, considerando la Educación Informal.** A partir de problemas simples como es el de volar aviones de papel, producir un cambio relativo a tomar conciencia de los problemas complejos como el control de la emisión de gases de efecto invernadero en las aeronaves a partir de la propulsión. No es lo mismo la emisión de CO2 en el despegue que en el descenso, por ejemplo.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** De acuerdo al Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001 2015 [7] en la universidad tenemos una falla crítica ya que no se ha actualizado en Ing. Aeronáutica los planes y programas de estudio, desde el 2003 por lo que no se incorpora la visión de la sustentabilidad en el curso SED, consideramos que nuestra labor de manera formal e informal nos permite corregir la falla crítica de la ISO 9001 incorporando los criterios del FORTAS en nuestros cursos.

**CONCLUSIONES:** Los alumnos trabajando en equipo en los proyectos de fin de curso y dentro del contexto de la sustentabilidad se motivan y aprenden desarrollando participación, compromiso e inventiva. Los profesores nos debemos reformular y actualizar a través del compromiso de tomar cursos de actualización y/o diplomados, es decir promover el aprendizaje de por vida en los alumnos a través del ejemplo. Este trabajo al igual que el proceso enseñanza-aprendizaje en la ESIME TICOMÁN, no sería posible sin el uso de la Tecnologías de la Información y la Comunicación: Software, Hardware, instalaciones, bases de datos, cursos y diplomados de capacitación proporcionadas por el IPN.



DIPLOMADO FORTAS



SISTEMA INSTITUCIONAL DE RESIDUOS



COMITÉS AMBIENTALES



OBJETIVOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE



## Referencias

[1] Objetivos de Desarrollo Sostenible, ONU

[2] FORTAS <https://www.ipn.mx/sustentabilidad/educacion-e-investigacion/diplomado-fortas/>.

[3] Ing. Aeronáutica, <https://www.esimetic.ipn.mx/oferta-educativa/ingenieria-aeronautica.html>.

[4]Agenda Item 17: Environmental Protection – International Aviation and Climate Change.THE COST OF ACHIEVING NET-ZERO CARBON IN AVIATION, ICAO, 2/9/22

[5]EUROCONTROL Aviation Outlook 2050 Flights and CO2 forecasts, Main Report April 2022

[6]The Illusion Of Green Flying. UECNA, Union Européenne Contre les Nuisances Aériennes

[7] ISO-9001, <https://www.isotools.us/normas/calidad/iso-9001/>