



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

Secretaría
de Educación

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica

Banco Federal de Proyectos Tecnológicos

Propuestas de Aprendizaje Basado en Proyectos

Título del proyecto

Purificador de Aire Inteligente para Ambientes Escolares y Domésticos

Autor/a

Fernando Marcelo Molina

Escuela

Escuela de Educación Técnico Profesional N°279 "Benjamín Matienzo"

Localidad

Sunchales

Jurisdicción

Santa Fe

Familia profesional

Seguridad, Ambiente e Higiene

Áreas de implementación

Automatización y control



Contexto y destinatarios

La institución, el entorno formativo y el problema que da origen al proyecto

El proyecto se desarrolla en la Escuela de Educación Técnico Profesional N°279 "Benjamín Matienzo", en la modalidad Electromecánica, con estudiantes de 5° año. El grupo presenta conocimientos previos en electricidad, electrónica básica, instalaciones y automatismos, lo que permite abordar un proyecto tecnológico de complejidad media. La propuesta se enmarca en las Prácticas Profesionalizantes y busca integrar saberes de diseño, montaje, medición y control. La institución cuenta con taller electromecánico, laboratorio de electrónica y equipamiento adecuado. Los destinatarios son los estudiantes que deben resolver una problemática real vinculada a la calidad del aire en espacios cerrados, aplicando capacidades profesionales del perfil técnico.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

La calidad del aire es un factor crítico para la salud humana y el rendimiento cognitivo. Diversos estudios de la OMS indican que la exposición prolongada a partículas PM2.5 y niveles elevados de CO₂ afecta la respiración, la concentración y el bienestar general. En el ámbito escolar, los talleres técnicos suelen acumular polvo, humo de soldadura, partículas metálicas y aerosoles que afectan la calidad del aire y el confort de los estudiantes. En este contexto, se propone un proyecto ABP que permita a los alumnos diseñar y construir un Purificador de Aire Inteligente, integrando sensores de calidad ambiental, control automático mediante ESP32 y un sistema de filtrado físico-químico basado en carbón activado y filtros particulados. Este enfoque combina la resolución de un problema real con el desarrollo de capacidades técnicas del Técnico en Equipos e Instalaciones Electromecánicas: proyectar dispositivos, realizar ensayos, montar instalaciones, operar sistemas de control y aplicar criterios de seguridad e impacto ambiental. El proyecto se fundamenta en la necesidad de que los estudiantes vivencien un proceso completo de diseño tecnológico (diagnóstico, análisis de alternativas, selección de materiales, construcción, automatización, evaluación y mejora) y promueve la conciencia ambiental. Desde el enfoque ABP, favorece el trabajo colaborativo, la investigación, la creatividad y la autonomía, articulándose con la formación por capacidades (resolución de problemas, pensamiento crítico, comunicación técnica, trabajo en equipo y responsabilidad profesional).

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

Objetivo general

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional





Diseñar y construir un purificador de aire automatizado que mejore la calidad ambiental mediante sensores y control electrónico, aplicando saberes electromecánicos y criterios de seguridad.

Objetivos específicos

- Medir y analizar la calidad del aire mediante sensores PM2.5 y CO₂.
- Seleccionar y montar un sistema de filtrado físico-químico.
- Programar un ESP32 para controlar el ventilador según parámetros ambientales.
- Realizar el diseño mecánico y eléctrico del dispositivo.
- Evaluar el funcionamiento mediante ensayos y registros de datos.
- Aplicar normas de seguridad, higiene y cuidado ambiental.
- Documentar el proceso técnico y elaborar un manual de uso.

Contenidos

Organización por ejes de saber

1. Calidad del aire: PM2.5, CO₂, partículas y contaminantes.
2. Sensores ambientales (MQ-135, SDS011, MH-Z19).
3. Electrónica básica: ESP32, alimentación, conexiones.
4. Automatización: control de velocidad, activación automática.
5. Instalaciones electromecánicas: ventiladores, filtros, soportes.
6. Diseño y fabricación: corte, perforado, soldadura, ensamblaje.
7. Impacto ambiental y seguridad industrial.
8. Documentación técnica y manuales de uso.
9. Prácticas profesionalizantes: diagnóstico, marco lógico, viabilidad, cronograma.

Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

1. Etapa de Inicio: Presentación del problema y activación de saberes previos

La secuencia comienza con una actividad de sensibilización sobre la calidad del aire en ambientes cerrados, especialmente en talleres electromecánicos donde se generan partículas, polvo, aerosoles y gases derivados de procesos de soldadura, corte y manipulación de materiales. El docente presenta datos reales de la OMS y del Ministerio de Ambiente sobre contaminación atmosférica, efectos en la salud y niveles recomendados de PM2.5 y CO₂. Se invita a los



estudiantes a reflexionar sobre su propia experiencia en el taller: olores, polvo, ventilación insuficiente, uso de máscaras, etc.

Luego se plantea la **pregunta guía del ABP: ¿Cómo podemos diseñar un dispositivo electromecánico que mejore la calidad del aire en espacios escolares y domésticos, utilizando tecnologías accesibles y criterios de automatización?**

Los estudiantes analizan el proyecto original del “Purificador de Aire” y comparan sus características con las necesidades actuales. Se identifican limitaciones del diseño inicial (falta de sensores, control manual, ausencia de registro de datos) y se discute cómo la automatización puede mejorar la eficiencia y la seguridad del dispositivo.

El docente organiza una lluvia de ideas para identificar posibles soluciones y tecnologías disponibles: sensores PM2.5, sensores CO₂, ESP32, ventiladores, filtros, carbón activado, estructuras mecánicas, fuentes de alimentación, etc. Se conforman equipos de trabajo y se asignan roles: investigador, diseñador, programador, técnico de montaje, documentador y responsable de seguridad.

Finalmente, se presenta el **propósito del proyecto**: diseñar y construir un purificador de aire inteligente que mida la calidad ambiental y active automáticamente el sistema de filtrado según parámetros establecidos.

2. Etapa de Desarrollo: Investigación, diseño y construcción del prototipo

2.1 Investigación técnica

Los equipos investigan el funcionamiento de los sensores seleccionados:

- **Sensor PM2.5 SDS011:** medición de partículas finas en suspensión.
- **Sensor CO₂ MH-Z19:** medición de dióxido de carbono por absorción infrarroja.
- **ESP32:** microcontrolador con WiFi y Bluetooth, ideal para proyectos IoT.
- **Ventiladores de PC:** bajo consumo, fácil integración.
- **Filtros particulados + carbón activado:** retención física y química de contaminantes.

Cada grupo debe elaborar fichas técnicas, diagramas de conexión y recomendaciones de uso. Se analizan tensiones, corrientes, protocolos de comunicación (UART, PWM), tiempos de respuesta y calibración.

El docente acompaña mediante tutorías técnicas, demostraciones prácticas y resolución de dudas. Se enfatiza el uso de instrumentos de medición (multímetro, fuente regulada) y normas de seguridad eléctrica.

2.2 Diseño mecánico y estructural

Los estudiantes diseñan la estructura del purificador utilizando tubo PVC, madera y planchuelas. Se trabaja con planos 2D y 3D, croquis y medidas reales. Se definen:

- ubicación del ventilador,
- compartimentos para filtros,
- soporte del carbón activado,
- espacio para sensores,
- caja para electrónica,
- accesos para mantenimiento.

Se realizan cortes, perforaciones y ensamblajes utilizando herramientas del taller: sierra, taladro, soldadora, lima, destornilladores. El docente supervisa el uso seguro de herramientas y la correcta manipulación de materiales.

2.3 Diseño eléctrico y electrónico

Los equipos elaboran el **diagrama eléctrico** del sistema:

- alimentación del ESP32,
- conexión del ventilador,
- sensores PM2.5 y CO₂,
- interruptores,
- fusibles o protecciones,
- cableado interno.

Se trabaja con simbología eléctrica, colores de conductores y normas IRAM. Los estudiantes montan el circuito en protoboard y luego en placa definitiva. Se verifica continuidad, polaridad y funcionamiento básico.

2.4 Programación y automatización

Se utiliza Arduino IDE para programar el ESP32. Los estudiantes aprenden:

- lectura de sensores mediante librerías,
- filtrado de datos,
- definición de umbrales de calidad del aire,
- activación automática del ventilador,
- registro de datos en consola serial,
- posibilidad de enviar datos por

Wifi (opcional). Ejemplo de

lógica:



- Si $PM_{2.5} > 35 \mu g/m^3 \rightarrow$ activar ventilador.
- Si $CO_2 > 1000 \text{ ppm} \rightarrow$ activar el ventilador.
- Si ambos valores bajan $\rightarrow$ apagar el ventilador.

El docente guía la depuración del código, la calibración de sensores y la interpretación de datos.

2.5 Construcción del prototipo final

Los equipos integran todas las partes:

- estructura mecánica,
- filtros,
- carbón activado,
- ventilador,
- sensores,
- electrónica,
- cableado,
- carcasa.

Se realizan pruebas de funcionamiento, mediciones comparativas y ajustes. Se documentan fallas, mejoras y decisiones técnicas.

3. Etapa de Cierre: Evaluación, presentación y reflexión

3.1 Ensayos y mediciones

Los estudiantes realizan pruebas en distintos ambientes:

- aula,
- taller,
- pasillos,
- exterior.

Se registran valores de $PM_{2.5}$ y CO_2 antes y después del uso del purificador. Se analiza la eficiencia del filtrado y la respuesta del sistema automático. Se elaboran gráficos y tablas.

3.2 Presentación del proyecto

Cada equipo presenta:

- diagnóstico inicial,
- diseño mecánico y eléctrico,
- código del ESP32,



- funcionamiento del prototipo,
- resultados de mediciones,
- mejoras posibles,
- impacto ambiental,
- normas de seguridad aplicadas.

Se utiliza formato de exposición oral, afiches, diapositivas y demostración práctica.

3.3 Reflexión final

Los estudiantes reflexionan sobre:

- aprendizajes técnicos,
- trabajo en equipo,
- dificultades encontradas,
- importancia de la calidad del aire,
- El rol del técnico electromecánico en soluciones ambientales.

El docente cierra la secuencia destacando capacidades desarrolladas: resolución de problemas, pensamiento crítico, diseño técnico, automatización, documentación y responsabilidad profesional.

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

ESP32. Sensor PM2.5 (SDS011). Sensor CO₂ (MH-Z19). Ventilador 12V o 5V. Fuente o cargador USB. Tubo PVC. Carbón activado. Filtros particulados. Madera, planchuela, tornillería. Soldadora, taladro, herramientas de mano. Multímetro. Notebook con Arduino IDE. Bibliografía técnica y normativa de seguridad.

Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación se organiza en tres momentos: diagnóstico, proceso y producto final, siguiendo criterios de desempeño de la formación técnico-profesional.

1. Evaluación diagnóstica: saberes previos en electricidad básica, electrónica, sensores, programación, diseño mecánico y normas de seguridad. Mediante preguntas orales, observación y análisis de producciones iniciales.

2. Evaluación formativa (durante el proceso): núcleo de la evaluación en ABP se observa participación en el equipo, investigación técnica, elaboración de planos,

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





armado de circuitos, programación del ESP32, uso seguro de herramientas, resolución de problemas y registro de avances, con listas de cotejo, rúbricas de desempeño, bitácoras, observación directa y retroalimentación continua.

3. Evaluación del producto final: se evalúa el purificador construido (funcionamiento técnico, diseño mecánico y eléctrico, documentación técnica, impacto ambiental y seguridad) mediante rúbrica de producto, ensayo de funcionamiento, presentación oral y demostración práctica.

4. Evaluación de capacidades profesionales del perfil electromecánico (proyectar dispositivos, realizar ensayos, montar instalaciones, operar sistemas de control, aplicar normas de seguridad, trabajar en equipo y comunicar resultados). 5. Evaluación final y retroalimentación con devolución integral, autoevaluación y coevaluación.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

1. Semana 1: diagnóstico y análisis del problema.
2. Semana 2: investigación y selección de sensores.
3. Semana 3: diseño mecánico y eléctrico
4. Semana 4: programación del ESP32.
5. Semana 5: construcción del prototipo.
6. Semana 6: ensayos y mediciones.
7. Semana 7: ajustes y mejoras.
8. Semana 8: documentación y presentación final.

Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

1. RÚBRICA DE EVALUACIÓN

Esta rúbrica analítica evalúa el desempeño de los estudiantes de 5° año en las Prácticas Profesionalizantes.

Criterio de Evaluación	Avanzado (4-5 pts.)	En Proceso (2-3 pts.)	Inicial (0-1 pts.)
------------------------	---------------------	-----------------------	--------------------



Diseño y Montaje Mecánico	Estructura robusta (PVC/madera) cortes precisos, excelente sellado del flujo de aire y accesibilidad total para mantenimiento.	Estructura funcional, pero con detalles de prolijidad, filtraciones menores de aire o acceso complejo a los filtros.	Estructura inestable, sin criterios de diseño electromecánico o con fugas severas de aire.
Conexión Eléctrica y Electrónica	Circuito definitivo prolijo, soldaduras firmes, cableado identificado y protecciones eléctricas (fusibles) instaladas adecuadamente.	Circuito funcional pero montado de forma desprolija, sin etiquetas de cables o sin protecciones.	Conexiones falsas, riesgo de cortocircuito o falta de continuidad en la alimentación.
Lógica de Programación (ESP32)	Código en Arduino IDE optimizado, modular, comentado, con lectura estable de sensores (SDS011/MH-Z19) y control PWM del ventilador.	Código funcional, pero sin comentarios, lógica redundante o lecturas de sensores con ruido sin filtrar.	El código no compila, no lee los sensores o no automatiza el encendido del ventilador.
Ensayos y Registro de Datos	Recopilación exhaustiva de datos pre/post filtrado en gráficos, fundamentando la eficiencia del carbón	Toma de datos básica, sin análisis estadístico claro ni de entornos (aula/taller).	No se realizaron ensayos funcionales ni se registraron los valores de las variables (PM2.5/CO ₂).



	activado y filtros.		
--	---------------------	--	--

Criterio de Evaluación	Avanzado (4-5 pts.)	En Proceso (2-3 pts.)	Inicial (0-1 pts.)
Seguridad e Higiene Industrial	Uso estricto de EPP en taller, orden en el banco de trabajo y cumplimiento estricto de las normas vigentes (IRAM).	Uso intermitente de EPP o descuido menor en el manejo de herramientas eléctricas/soldadura.	Omisión total de normas de seguridad, poniendo en riesgo su integridad o la del equipamiento.

2. LISTA DE COTEJO

Herramienta dicotómica para la verificación técnica rápida en el laboratorio/taller.

- **Seguridad:** ¿El circuito cuenta con fusible de protección en la línea de alimentación?
- **Electricidad:** ¿Las tensiones de alimentación del ESP32 (5V/3.3V) y del ventilador (12V) están correctamente reguladas y aisladas?
- **Mecánica:** ¿El ventilador está orientado en el sentido correcto del flujo de aire (extracción/soplado a través de los filtros)?
- **Sellado:** ¿Los compartimentos de carbón activado y filtros particulados están herméticos para evitar bypass de aire contaminado?
- **Sensores:** ¿El sensor SDS011 (PM2.5) y el MH-Z19 (CO₂) reciben alimentación estable y están libres de obstrucciones mecánicas?



- **Código:** ¿La lógica implementa histéresis o promedios móviles para evitar el encendido/apagado intermitente (oscilación) del ventilador cerca de los umbrales?
- **Estructura:** ¿La carcasa final protege la electrónica de virutas metálicas o polvo de taller?

3. MANUAL DE USO DEL PURIFICADOR INTELIGENTE

Presentación del Equipo

El **Purificador de Aire Inteligente Automatizado** es un dispositivo diseñado para la retención físico-química de partículas en suspensión (PM2.5) y gases nocivos (CO₂), optimizando los ambientes de talleres técnicos y aulas.

Especificaciones Técnicas

- **Cerebro de Control:** Microcontrolador ESP32 de 32 bits.
- **Sensores integrados:** Sensor óptico láser de partículas SDS011 y Sensor NDIR de CO₂ MH-Z19.
- **Etapas de filtrado:** Prefiltros particulado mecánico + Cartucho estanco de carbón activado granulado.
- **Alimentación:** Fuente conmutada AC/DC con salidas adaptadas (12VDC para extractor / 5VDC para lógica).

Instrucciones de Operación

1. **Ubicación:** Coloque el purificador en una superficie plana en el área de trabajo (cerca de zonas de soldadura o baja ventilación), asegurando que la entrada y salida de aire no estén obstruidas.
2. **Encendido:** Conecte el cable de alimentación a la red eléctrica. El sistema realizará una auto calibración de los sensores durante los primeros 60 segundos (el indicador LED de estado destellará).
3. **Modo Automático:** El dispositivo se mantendrá en estado de monitorización pasiva. Si el nivel de PM2.5 supera el extractor se encenderá automáticamente a máxima potencia. Volverá a apagarse de forma autónoma al restablecerse los valores normales.

Mantenimiento Preventivo

- **Filtro Particulado:** Revisar visualmente cada 30 días. Reemplazar si presenta acumulación severa de polvo o viruta.



- **Carbón Activado:** Se recomienda la sustitución total del material particulado reactivo cada 6 meses de uso en entornos de taller para garantizar la adsorción química de gases derivados de soldadura.

4. PLANOS DEL PROYECTO (DISEÑO CONCEPTUAL)

4.1 Plano Mecánico (Disposición en Tubo PVC / Carcasa)

ENTRADA DE AIRE CONTAMINADO		
1-	PRE- FILTRO PARTICULADO	• Función:retención física de polvo y virtua • Material: Filtro mecánico lavable
2-	FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	• Función:adsorción química de gases • Material:lecho de carbón granulado estanco
3-	EXTRACTOR/ VENTILADOR DE ALTA PRESION	• Función:forzar el flujo e inducir vacío • especificación: extractor axial de 12 V
4-	CÁMARA DE MEDICIÓN Y TELEMETRÍA	• flujo de aire estabilizado libre de partículas • Sensores integrados: SDS 011(PM2.5); MH-Z19(CO2)
SALIDA DE AIRE PURIFICADO		

4.2 Esquema Eléctrico y de Conexión

Componente Origen	Pin Origen	Componente Destino	Pin Destino	Tipo de Señal / Función
----------------------	---------------	-----------------------	----------------	----------------------------



Fuente AC/DC	+12 VDC	Extractor (Ventilador)	V+ (Cable Rojo)	Alimentación Eléctrica Potencia
Fuente AC/DC	+5 VDC	ESP32	Pin Vin	Alimentación Eléctrica Lógica
Fuente AC/DC	GND (0V)	ESP32 / Actuador / Sensores	Pin GND	Masa Común de Referencia
ESP32	GPIO14	Actuador (MOSFET/Relé)	Pin Gate / Input	Control de encendido/apagado del extractor
ESP32	GPIO16 (RX2)	Sensor SDS011 (PM2.5)	Pin TX	Comunicación Serial UART (Datos PM2.5)
ESP32	GPIO17 (TX2)	Sensor SDS011 (PM2.5)	Pin RX	Comunicación Serial UART (Comandos)
ESP32	GPIO32	Sensor MH-Z19 (CO2)	Pin PWM	Entrada de onda para cálculo de ppm

5. GUÍA DE PROGRAMACIÓN DEL ESP32

Esta guía contiene la estructura del código base en **Arduino IDE** utilizando librerías estándar para la lectura y control automático por umbrales.

Requisitos Previos en Arduino IDE

1. Instalar el gestor de tarjetas para **ESP32**.
2. Instalar la librería para sensores seriales por software si es necesario (o usar los puertos Hardware Serial nativos del ESP32, recomendado UART2).



Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

—Servicio utilizado: Microsoft Copilot. Finalidad: adaptación de documentos, redacción técnica, estructuración ABP, integración de contenidos profesionalizantes. Proceso: análisis de documentos institucionales, extracción de contenidos relevantes, reorganización según plantilla ABP y mejora técnica del proyecto original.



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

**Secretaría
de Educación**

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica