



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

Cultivo Inteligente: Automatización mecatrónica para el desarrollo agrícola sostenible local

Autor/a

Joel Alejandro Díaz Muñoz

Escuela

Escuela de Educación Agrotécnica

Localidad

San Juan

Jurisdicción

San Juan

Familia profesional

Electromecánica

Áreas de implementación

Automatización y control



Contexto y destinatarios

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

El proyecto está destinado a estudiantes de 6° año de la modalidad Técnica en Electromecánica de la Escuela de Educación Agrotécnica. El grupo está conformado por 22 alumnos que demuestran gran interés por la robótica aplicada, aunque requieren fortalecer la integración de la programación con sistemas mecánicos reales. El espacio curricular troncal es Laboratorio de Sistemas Mecatrónicos, en articulación con Electrónica Digital e Informática Industrial. La institución cuenta con un entorno formativo equipado con kits de desarrollo (Arduino/ESP32), sensores básicos, herramientas de taller y una impresora 3D, además de un invernadero escolar en desuso que servirá como escenario físico de pruebas.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

El paradigma actual de la Educación Técnico Profesional (ETP) exige superar la enseñanza fragmentada por materias para avanzar hacia una formación basada en capacidades transversales, donde los futuros técnicos puedan resolver problemas complejos e impredecibles del mundo real. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se presenta como la estrategia ideal, ya que sitúa al estudiante en el centro del proceso, promoviendo el pensamiento crítico, la autonomía y el trabajo colaborativo. La mecatrónica, por su naturaleza interdisciplinaria, requiere un abordaje sinérgico. Este proyecto aborda una problemática técnico-social local: la ineficiencia en el uso del agua y el control climático en los pequeños productores hortícolas de la región, un sector clave que sufre pérdidas constantes debido a la variabilidad del clima y la falta de tecnificación. La propuesta transforma el entorno escolar en un laboratorio de innovación social: los estudiantes recuperan el invernadero de la institución, convirtiéndolo en un prototipo funcional de "Smart GreenHouse" (Invernadero Inteligente). El enfoque se orienta hacia la sustentabilidad y la soberanía tecnológica, utilizando tecnologías de código abierto (Open Source), demostrando que las soluciones mecatrónicas de alta eficiencia no requieren presupuestos astronómicos sino ingenio, capacidad de diseño integral y precisión técnica.

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

Se busca que los alumnos alcancen las siguientes metas cognitivas y prácticas:

- **Integrar** de manera sinérgica las áreas de mecánica, electrónica, control y programación para resolver un problema de automatización concreto.

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





- **Diseñar y construir** acoplamientos mecánicos y estructuras impresas en 3D para la sujeción de actuadores y sensores en un entorno real.
- **Desarrollar diagramas de flujo y códigos de programación** optimizados para microcontroladores, gestionando variables físicas mediante control en lazo cerrado.
- **Diagnosticar y solucionar fallas (troubleshooting)** en circuitos electrónicos, conexiones de potencia y líneas de código durante la fase de pruebas.
- **Trabajar en equipo de forma colaborativa**, asumiendo roles profesionales (líder de proyecto, programador, diseñador mecánico) y comunicando sus ideas con claridad técnica.

Contenidos

Organización por ejes de saber

- **Mecánica aplicada:** Diseño e impresión 3D de piezas de sujeción. Mecanismos de transmisión de movimiento para ventilación (servomotores y cremalleras). Cinemática básica de actuadores.
- **Electrónica y Potencia:** Sensores de magnitudes físicas (humedad de suelo, temperatura, humedad ambiente, LDR). Circuitos de acondicionamiento de señal. Manejo de cargas de potencia mediante relevadores (relés) y transistores. Fuentes de alimentación y ruidos eléctricos.
- **Sistemas de Control:** Control de lazo cerrado tipo ON/OFF con histéresis. Arquitectura de microcontroladores (mapeo de pines analógicos y digitales).
- **Informática Industrial:** Programación estructurada en C++ (entorno Arduino). Estructuras de control condicionales (if-else), funciones y temporizaciones sin bloqueo (millis).



Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

Fase 1: Lanzamiento e Investigación (Semanas 1 y 2 - 16 horas reloj)

- **Consigna:** Investigar los factores críticos que afectan el rendimiento de los cultivos locales en invernadero y analizar cómo la tecnología actual puede mitigar estos problemas. Cada grupo presentará un informe diagnóstico.
- **Actividades de los estudiantes:** * Visita de campo al invernadero escolar y entrevista con el docente de Prácticas Agrícolas.
 - o Búsqueda bibliográfica en equipos de 4 integrantes sobre los rangos óptimos de humedad y temperatura para cultivos específicos (por ejemplo, tomate o lechuga).
 - o Lluvia de ideas para definir qué variables se deben medir y qué elementos se van a activar mecánicamente.
- **Estrategia docente:** El docente actuará como facilitador introduciendo la pregunta guía: *¿Cómo podemos convertir nuestro invernadero escolar en un sistema autónomo que maximice la producción usando la menor cantidad de agua posible?* Dictará clases expositivas breves sobre sensores industriales y principios de acondicionamiento de señales para nivelar conocimientos.

Fase 2: Diseño y Planificación (Semanas 3 y 4 - 16 horas reloj)

- **Consigna:** Diseñar el diagrama de bloques del sistema automatizado, el plano de conexiones electrónicas y el boceto en 3D de los soportes mecánicos para los motores.
- **Actividades de los estudiantes:**
 - o Selección de componentes de los kits disponibles (sensores DHT22, higrómetros de suelo, servomotores, electroválvulas de 12V).
 - o Dibujo técnico digital de las piezas mecánicas utilizando software CAD (como SolidWorks o Fusion360).
 - o Elaboración del diagrama de flujo lógico que seguirá el programa informático.



- **Estrategia docente:** El docente organizará mesas de revisión técnica presencial ("Code Reviews" y "Design Reviews") simulando un entorno profesional. Corregirá errores críticos en el diseño de circuitos (como la falta de diodos de protección en los relés) y guiará en la optimización del código antes de la práctica.

Fase 3: Desarrollo y Construcción (Semanas 5 a 8 - 32 horas reloj)

- **Consigna:** Construir los circuitos electrónicos en placas de prueba (protoboards), imprimir las piezas mecánicas y escribir el código fuente del microcontrolador por módulos.
- **Actividades de los estudiantes:**
 - **Módulo Mecánico:** Calibración e impresión 3D de los soportes. Montaje del servomotor para la apertura de la ventana cenital del invernadero.
 - **Módulo Electrónico:** Soldadura de componentes en placas universales, cableado ordenado y aislamiento de conexiones expuestas a la humedad.
 - **Módulo Informático:** Escritura y testeo del código de lectura de sensores individuales. Programación de las salidas (activación de bomba de riego por goteo al bajar la humedad del suelo).
- **Estrategia docente:** El docente supervisará las normas de seguridad e higiene en el laboratorio y el uso correcto de soldadores e instrumental de medición (osciloscopio, multímetro). Implementará mini talleres de "troubleshooting" cuando los grupos se encuentren con lecturas erráticas de sensores debido al ruido eléctrico de los motores.

Fase 4: Integración, Pruebas y Cierre (Semanas 9 y 10 - 16 horas reloj)

- **Consigna:** Instalar el sistema integrado en el invernadero real, realizar pruebas de estrés del sistema durante 48 horas seguidas y exponer el proyecto ante la comunidad educativa.
- **Actividades de los estudiantes:**
 - Montaje final del prototipo en el invernadero escolar.



- o Recolección de datos y calibración fina de las variables de control (ajuste de la histéresis del riego).
- o Preparación de una presentación técnico-comercial y un póster académico detallando el funcionamiento de la propuesta.
- **Estrategia docente:** Coordinación de la jornada de pruebas operativas. Invitación a directivos, familias y productores locales para la presentación final. El docente guiará la reflexión sobre el proceso meta-cognitivo de los estudiantes mediante una rúbrica de autoevaluación.

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

- **Tecnológicos y Electrónicos:** Microcontroladores Arduino Uno o ESP32, sensores de temperatura y humedad DHT22, sensores de humedad de suelo capacitivos (para evitar corrosión), módulos de relé de 4 canales, electroválvulas de agua de 12V, servomotores de alto torque (MG996R), fuentes de alimentación conmutadas de 12V y 5V.
- **Mecánicos y de Taller:** Filamento PLA para impresión 3D, cables DuPont, tubos de riego por goteo, soldadores de estaño, multímetros digitales, herramientas de mano (pinzas, pelacables, destornilladores).
- **Bibliografía:**

Bolton, W. (2013). *Mecatrónica: Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*. Alfaomega.

Monografías técnicas sobre agricultura de precisión de instituciones de desarrollo tecnológico regional (ej. INTA en Argentina).

Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación del proyecto se abordará bajo un enfoque formativo, continuo y procesual, entendiendo que en la formación por capacidades importa tanto el producto final como el trayecto tecnológico desarrollado por el alumno.



¿Qué evaluar?:

- *Capacidades técnicas:* Rigor en el diseño de circuitos eléctricos, calidad del código fuente (legibilidad, modularidad y lógica), estabilidad mecánica del sistema y precisión en la calibración de sensores.
- *Capacidades transversales:* Capacidad de resolución de problemas imprevistos, trabajo en equipo, distribución equitativa de tareas, puntualidad en las entregas parciales y claridad en la comunicación técnico-científica oral y escrita.

¿Cómo evaluar?: Se utilizará una matriz de instrumentos variados para triangular la información del desempeño del estudiante de manera objetiva:

1. **Bitácora de Ingeniería (Individual):** Registro semanal donde cada estudiante documenta los problemas encontrados, las soluciones propuestas, esquemas técnicos y el progreso de su módulo de trabajo.
 2. **Matriz de Valoración de Desempeño (Rúbrica Analítica):** Utilizada por el docente durante las revisiones en el laboratorio para evaluar las destrezas prácticas y procedimentales.
 3. **Evaluación entre Pares (Coevaluación):** Una encuesta confidencial al final de cada fase donde los integrantes del grupo evalúan el compromiso y aporte de sus compañeros.
 4. **Defensa del Prototipo Final:** Evaluación del funcionamiento del invernadero inteligente ante un tribunal de docentes del área técnica y la exposición oral de los resultados obtenidos.
- **¿Cuándo evaluar?:**
 - *Evaluación Diagnóstica (Inicial):* Al finalizar la Fase 1, mediante la revisión del informe de investigación previa para comprobar la viabilidad y entendimiento del problema.
 - *Evaluación Formativa (Procesual):* Durante las Fases 2 y 3. Se realizarán cortes semanales mediante la observación directa en el



laboratorio y las entregas parciales del diseño CAD y esquemas de conexiones.

- o *Evaluación Sumativa (Final)*: En la Fase 4, concentrada en el funcionamiento integrado del dispositivo tecnológico y la sustentación del informe técnico final del proyecto.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

La duración total estimada es de **10 semanas** distribuidas en un régimen de 8 horas cátedra semanales en los laboratorios de mecatrónica (Total: 80 horas de trabajo práctico).

Etapas / Fase	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Fase 1: Investigación y diagnóstico	X	X								
Fase 2: Diseño electrónico, CAD y código			X	X						
Fase 3: Construcción, soldadura e impresión 3D					X	X	X	X		
Fase 4: Integración, calibración y defensa									X	X



Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

Criterios	Destacado	En Proceso Adecuado	Inicial / Requiere Apoyo
Integración Mecatrónica	Todos los componentes (mecánicos, eléctricos y de software) interactúan armónicamente sin fallas visibles.	Los componentes interactúan bien, pero presentan pequeños ruidos o descalibraciones temporales.	Los sistemas operan de forma aislada o se presentan cortocircuitos y atascos mecánicos constantes.
Estructura y Código	Código fuente perfectamente estructurado, modularizado, con variables claras y comentarios explicativos.	El código funciona correctamente, pero carece de modularización o comentarios suficientes.	El programa tiene errores de sintaxis, usa retrasos restrictivos (delay) o es copia fiel sin entender su lógica.
Resolución de Problemas	El grupo identifica fallas de forma autónoma con métodos lógicos de medición (multímetro/osciloscopio).	El equipo detecta la falla, pero depende constantemente del auxilio directo del docente para resolverla.	Ante una falla, el grupo se paraliza, desarma el circuito sin lógica previa o abandona la actividad.
Informe Técnico y Defensa	Presenta planos normalizados, esquemas electrónicos impecables y expone con vocabulario técnico preciso.	El informe cuenta con la documentación requerida, pero carece de rigurosidad en los planos o esquemas técnicos.	El informe está incompleto, faltan esquemas de conexión y la exposición oral demuestra poco dominio del proyecto.

Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

¿Qué servicio/modelo de IA se ha utilizado? Se ha utilizado el modelo de Inteligencia Artificial Gemini de Google (versión 2026). ¿Para qué fue utilizada? La IA fue utilizada como un copiloto de diseño pedagógico y estructuración curricular. El proceso se inició cargando la estructura formal en formato .docx requerida por la cátedra; posteriormente se interactuó con el modelo para la transposición didáctica de los



conceptos duros de mecatrónica (control de lazo cerrado e integración de sistemas) hacia actividades pedagógicas secuenciadas que respetaran los criterios del ABP y los tiempos de una escuela técnica. La IA ayudó a optimizar la redacción de la fundamentación y a proponer una rúbrica de evaluación equilibrada entre capacidades blandas y saberes técnicos.



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

**Secretaría
de Educación**

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica