



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

Invernadero inteligente: automatización del riego en el vivero forestal

Autor/a

Rafael David Frassa

Escuela

escuela agrotécnica (ETP) de Río Segundo

Localidad

Río Segundo

Jurisdicción

Córdoba

Familia profesional

Agropecuario

Áreas de implementación

Riego automatizado.



Contexto y destinatarios

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

El proyecto se desarrolla en una escuela agrotécnica (ETP) de Río Segundo, provincia de Córdoba. Los destinatarios son 32 estudiantes de 6° año del espacio "Nuevas Tecnologías aplicadas a la producción agropecuaria", a cargo de un docente Ingeniero en Telecomunicaciones: un grupo numeroso y heterogéneo, con buena disposición al trabajo fuera del aula y al aprender haciendo. La quinta productiva-educativa de la escuela tiene varias naves; algunas se usan para plantines de flores y una se destina a especies forestales autóctonas de la zona (algarrobo, espinillo, tusca, aguaribay, entre otras). El proyecto interviene en esa nave forestal, hoy degradada: la cubierta —media sombra y polietileno— está rota, la estructura está apuntalada con postes de madera y no hay riego. Eso corta el ciclo de los plantines y desperdicia agua, sobre todo en los recesos, cuando no hay quién riegue. El estado inicial se documenta en el Anexo 5.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

Parto de un problema real de la escuela. La nave forestal está rota y los plantines se pierden. Esa es la ocasión, y la convierto en un trabajo técnico: reparar la nave y automatizar el riego. Decido abordar en este Trabajo Final la primera fase. La Fase 1 es una automatización local y autónoma, sin internet: un controlador Arduino UNO lee la humedad del sustrato de los plantines y, por medio de un módulo relé, abre y cierra una electroválvula de riego. Un sensor de temperatura y humedad ambiente registra las condiciones y, de manera opcional, un módulo Bluetooth permite leer los datos en un celular en la quinta. Lo central: que la nave se riegue sola durante los recesos. Como los plantines están en bolsa sobre mesadas, el riego es aéreo, por microaspersión.

El lugar refuerza el sentido del riego automático. Río Segundo está en la ecorregión del Espinal, distrito del Algarrobo, de clima subhúmedo con lluvias concentradas en verano e inviernos secos y con heladas. Los dos recesos escolares caen en las ventanas más críticas: el de invierno, en plena seca y con riesgo de helada; el de verano, en el pico de calor y evapotranspiración. Un sistema que riega según la humedad del sustrato resuelve ese hueco y cuida el agua frente al riego manual. El sentido pedagógico es claro: en 6° año los estudiantes están por egresar como técnicos, y con este proyecto se los corre del lugar de usuarios de tecnología para ponerlos a diseñarla (arman el circuito, escriben el código, reparan la estructura y dejan el sistema andando). Se empieza con Arduino UNO de manera deliberada: es una placa de enseñanza, muy documentada y simple, que permite entender el sistema por dentro antes de complejizarlo —soberanía tecnológica en concreto—. Se trabaja desde la enseñanza basada en proyectos, cruzando telecomunicaciones, agronomía y taller. Como el grupo es de 32 y los niveles son dispares, se retoma la metáfora del "ecualizador" (Anijovich y Cappelletti, 2020): a quienes ya programan se les pide el código completo, a quienes



arrancan un código base para adaptar. La Fase 2, para el año próximo, es la evolución natural: migrar a una placa ESP32 con conectividad y un panel en la nube para monitoreo remoto.

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

Que los estudiantes logren: Entender la lógica de un sistema de control automático local y cómo funcionan los sensores de humedad (colocados en el sustrato) y de temperatura y humedad ambiente. Diseñar y armar un circuito con Arduino UNO que controle el riego (sensor de humedad + módulo relé + electroválvula) y registre las condiciones ambientales. Dejar el sistema regando de forma autónoma las especies forestales autóctonas durante los recesos, cuidando el uso del agua. Diagnosticar fallas en la infraestructura de la quinta y elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo. Trabajar en equipo con roles definidos, tomar decisiones y hacerse cargo del resultado del grupo.

Contenidos

Organización por ejes de saber

Automatización y programación: programación en Arduino UNO, lógica de control de riego por umbral, lectura de sensores de humedad de sustrato y de temperatura y humedad ambiente, registro local de datos (puerto serie o tarjeta SD) y lectura in situ por Bluetooth. Tecnología agropecuaria: especies forestales autóctonas y sus requerimientos de agua, fisiología del plantín en cultivo protegido, riego aéreo por microaspersión o aspersión. Taller rural: refuerzo y reparación de estructura metálica, recambio de media sombra y de polietileno, seguridad e higiene en taller y quinta (Ley 19.587). Gestión: cálculo de caudal y de costos, armado de presupuesto y de cronograma de obra (diagrama de Gantt).

Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

La secuencia sigue las fases del ABP en tres etapas: inicio (meses 1 y 2), desarrollo (meses 3 a 6) y cierre (meses 7 y 8). Todo el recorrido es Fase 1: un sistema de riego local y autónomo. El cursado es semanal (miércoles, 3 horas cátedra); cada mes tiene cuatro encuentros, tres en el aula y uno en la quinta. El grupo se organiza en 8 equipos de 4. Etapa de inicio (meses 1 y 2): Mes 1 — Apertura y diagnóstico (presentación del problema y pregunta guía —¿cómo logramos que la nave riegue sola en los recesos?—, armado de equipos y roles, ficha de relevamiento, recorrida diagnóstica in situ con medición de la estructura y árbol de problemas). Mes 2 — Factibilidad e investigación



(análisis de factibilidad técnica y económica; investigación de componentes de Fase 1 —sensor de humedad de suelo, sensor de temperatura y humedad ambiente, módulo relé, electroválvula— leyendo hojas de datos; investigación del riego aéreo por microaspersión; segunda visita técnica con croquis de campo). Etapa de desarrollo (meses 3 a 6): Mes 3 — Diseño y planos (plano de la nave con tendido de riego aéreo, cálculo de agua por especie y de caudal, validación del plano en campo y plano definitivo). Mes 4 — Gestión y reparación (presupuestos reales, cronograma de obra en Gantt, plan de la jornada y reparación de la estructura metálica y recolocación de media sombra y polietileno). Mes 5 — Prototipo e instalación (circuito en protoboard con Arduino UNO, programación de la lógica de umbral, esquema de conexión e instalación del sistema en la quinta con el sensor en una bolsa testigo). Mes 6 — Registro local, autonomía y calibración (registro de temperatura y humedad ambiente, lectura por Bluetooth, definición y calibración de umbrales en campo, sistema autónomo andando y análisis de los primeros datos). Etapa de cierre (meses 7 y 8): Mes 7 — Pruebas de campo y mantenimiento (protocolo de prueba, pruebas de campo sin intervención con diagnóstico de fallas reales, plan de mantenimiento preventivo y correctivo, borrador de informe técnico y portafolio). Mes 8 — Socialización y evaluación final (exposición, coevaluación entre equipos con rúbrica, socialización comunitaria y puesta en marcha oficial, asamblea metacognitiva final). Proyección — Fase 2 (no se implementa en este TF): migrar el controlador a una placa ESP32 con conectividad y volcar los datos a un panel en la nube.

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

Tecnológicos (Fase 1): placa Arduino UNO, sensor de humedad de suelo (capacitivo), sensor de temperatura y humedad ambiente, módulo relé, electroválvula, fuente de alimentación, protoboard y cables, y módulo Bluetooth (opcional). Riego: cañería, microaspersores y conectores. Reparación de estructura y cubierta: media sombra, polietileno de cobertura, perfilería o caños para el refuerzo estructural, y elementos de sujeción y tensado. Infraestructura: la nave forestal de la escuela, el taller de soldadura y carpintería, y el laboratorio de informática. Herramientas y seguridad: herramienta de mano, multímetro, y elementos de protección personal (guantes, antiparras). Bibliografía y soportes: manuales de Taller Rural y guías de Prácticas Profesionalizantes de la Dirección de Educación Agraria, documentación de Arduino y hojas de datos de los componentes. Colaboración docente (interconsulta): participación de docentes Ingenieros Agrónomos para validar los contenidos técnicos agropecuarios (requerimientos hídricos de las especies, fisiología del plantín). Para la Fase 2 (proyección): placa ESP32, conectividad (hotspot o módulo 4G) y un panel en la nube.



Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación es formativa y continua: se trata de evaluar para el aprendizaje y no solo del aprendizaje (Maravé Vivas, Zorrilla Silvestre y Gil Gómez, 2016). El instrumento central es la rúbrica del Anexo 1, que los estudiantes conocen desde el primer mes. Qué se evalúa: las capacidades que el proyecto pone en juego (resolver problemas, trabajar con otros y comunicar) y la calidad técnica del montaje (planos, presupuesto, código e instalación), junto con el cumplimiento de la seguridad. Cuándo: en tres momentos — al inicio (la recorrida y el árbol de problemas como evaluación de saberes previos), durante el desarrollo (hitos con entrega y devolución: el plano con el cálculo de caudal, el prototipo en protoboard y el sistema instalado) y al final (el sistema regando solo y la defensa técnica)—. Cómo y con qué: además de la rúbrica, una lista de cotejo técnica y de seguridad (Anexo 2), un guion de autoevaluación y coevaluación (Anexo 3) y un portafolio o bitácora del equipo. Quiénes evalúan: heteroevaluación (docente), coevaluación (entre equipos) y autoevaluación. La retroalimentación es oral en el taller y escrita en cada hito; el error se trabaja. Evidencias esperadas: la ficha de relevamiento, el plano, el código comentado, el prototipo, el sistema instalado y regando solo, los datos registrados, el plan de mantenimiento, el portafolio y el informe técnico final. Como evaluación de impacto, se hace una visita a la nave tres meses después para ver la supervivencia de los plantines.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

Duración: un ciclo lectivo, 8 meses. Cursado semanal de 3 horas cátedra, los miércoles. Cuatro encuentros por mes: tres en el aula y uno en la quinta. Meses 1 y 2 — Inicio: diagnóstico in situ, árbol de problemas, factibilidad e investigación de componentes y del riego aéreo. Meses 3 y 4 — Desarrollo (diseño y gestión): planos, cálculo de caudal, presupuesto, cronograma de obra y reparación/refuerzo de la estructura y la cubierta. Meses 5 y 6 — Desarrollo (producción): prototipo en laboratorio, instalación del riego, registro local y calibración autónoma. Meses 7 y 8 — Cierre: pruebas de campo, plan de mantenimiento, informe, socialización comunitaria y evaluación final. Tres meses después del cierre — visita de impacto. Año próximo — proyección Fase 2: migración a ESP32 con conectividad y panel en la nube (no forma parte de este TF).

Bibliografía

Referencias en formato normalizado

Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2020). El sentido de la escuela secundaria: nuevas prácticas, nuevos caminos. Buenos Aires: Paidós. Maravé Vivas, M., Zorrilla Silvestre, L. y



Gil Gómez, J. (2016). Aprendizaje por proyectos. En Ó. Chiva Bartoll y M. Martí Puig (Coords.), *Métodos pedagógicos activos y globalizadores* (pp. 123-137). Barcelona: Graó.

Arduino (s.f.). UNO R3 [Documentación de hardware]. Arduino Docs.

Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

Anexo 1 — Rúbrica de evaluación del proyecto: cuatro criterios ponderados (calificación = suma, máximo 10), misma rúbrica para heteroevaluación y coevaluación: Resolución de problemas técnicos (2,0); Calidad técnica del montaje (4,0, incluye plano, cálculo de caudal, presupuesto, código e instalación); Trabajo colaborativo y desempeño del rol (2,0: programador/montador/gestor); Comunicación técnica y documentación (2,0: informe final, portafolio y defensa). Anexo 2 — Lista de cotejo técnica y de seguridad (dicotómica, logrado/no logrado): técnica (plano con sectores y sensores, cálculo de caudal, estructura reforzada, media sombra y polietileno recolocados, circuito que lee el sensor y acciona la electroválvula, código con lógica de umbral, sensor en bolsa testigo, registro de datos, Bluetooth, instalación conexiónada, riego autónomo) y seguridad (EPP, trabajo con alimentación desconectada, verificación con multímetro, uso correcto de herramientas, orden y limpieza). Anexo 3 — Guion de autoevaluación y coevaluación (preguntas para autoevaluación individual, coevaluación entre equipos y asamblea metacognitiva final). Anexo 4 — Plan de seguridad e higiene (marco: Ley 19.587). Anexo 5 — Registro fotográfico del estado inicial de la nave forestal (localización de la quinta en Río Segundo, cubierta rasgada, mesadas con plantines en bolsa y estado general de la estructura).

Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

Servicio: NotebookLM (basado en Gemini) para la síntesis de fuentes, y un asistente conversacional de IA como apoyo en la organización y la redacción del texto. Para qué se usó y cómo fue el proceso: con NotebookLM se cargaron los documentos de la cátedra y de la Dirección de Educación Agraria y se pidieron resúmenes y vinculaciones entre los contenidos técnicos de la asignatura y los principios del ABP, material que se revisó y reescribió con criterio propio. El asistente conversacional se usó para ordenar la estructura y revisar la redacción. Los contenidos técnicos agropecuarios no se resolvieron con IA: se validan en interconsulta con docentes Ingenieros Agrónomos de la institución. Las decisiones técnicas y pedagógicas finales son propias.



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

**Secretaría
de Educación**

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica