

CHACRAS DE CORIA, 21 DE MARZO DE 2025.-

VISTO:

El **EXPEDIENTE N° 3358/2025**, en el cual la **Secretaría Académica** de esta Facultad, eleva el **PROGRAMA ANALÍTICO** del Módulo **"TECNOLOGÍAS LIBRES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL"**, Cátedra Responsable **TECNOLOGÍA AMBIENTAL** del Departamento de Ingeniería Agrícola, correspondiente al Plan de Estudios de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES** de esta Casa de Estudios, y

CONSIDERANDO:

Que la carga horaria del citado módulo es la estipulada en el Plan de Estudios, según Ordenanza N° 654/2023-CD.

Que la Comisión de Docencia, sugiere avalar la propuesta de programa presentado.

Que, tratado por el Consejo Directivo, en sesión ordinaria del día 06 de marzo de 2025, resolvió, por unanimidad, favorablemente al respecto.

Por ello y en uso de sus atribuciones,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
RESUELVE:**

ARTÍCULO 1º.- Aprobar y poner en vigencia el **PROGRAMA ANALÍTICO** del Módulo **"TECNOLOGÍAS LIBRES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL"**, Cátedra Responsable **TECNOLOGÍA AMBIENTAL** del Departamento de Ingeniería Agrícola, correspondiente al Plan de Estudios de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES** de esta Facultad, que como **ANEXO I** forma parte de la presente resolución.

ARTÍCULO 2º.- Comuníquese e insértese en el libro de resoluciones.

RESOLUCIÓN N° 81



Prof. Dr. Ing. Agr. Rodrigo J. LÓPEZ PLANTEY
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO



Dra. Ing. Agr. María Flavia FILIPPINI
DECANA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

ANEXO I**Programa tentativo 2025****"TECNOLOGÍAS LIBRES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL"****1. Datos del módulo****Carrera:** Ingeniería en Recursos Naturales**Departamento:** Ingeniería Agrícola**Cátedra responsable:** Tecnología ambiental**Nombre del módulo:** Tecnologías libres para monitoreo ambiental**Formato curricular:** Taller**Espacio curricular:** Obligatorio**Correlativas para cursar y para rendir:** Serán aprobados por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y podrán actualizarse en función de la evaluación permanente del plan de estudios.**Carga horaria:** 60 horas**Enlace Campus FCA:** <https://campus.fca.uncu.edu.ar/course/index.php?categoryid=33>**2. Equipo Docente****Prof. Responsable del espacio:** Ing. Fernando Castro**Prof. Titular:** Dr. Peter Thomas pthomas@fca.uncu.edu.ar**Prof. Adjunto.** Ing. Fernando Castro fcastro@fca.uncu.edu.ar**3. Fundamentación del espacio curricular**

De acuerdo a la estructura curricular de la Carrera, el módulo se ubica en el ciclo de formación de las **Tecnologías Básicas** ya que abarca los conocimientos y el desarrollo de habilidades que impliquen una aplicación creativa del conocimiento y la solución de problemas ingenieriles. Los principios fundamentales de las distintas disciplinas deben abordarse con la profundidad conveniente para su aplicación en la resolución de tales problemas.

La posibilidad de diseñar, fabricar y mejorar el instrumental científico es parte fundamental del proceso de investigación y desarrollo tecnológico. Estas actividades están restringidas en aquellos instrumentos patentados que no permiten acceso a la documentación de diseño y funcionamiento. Esta circunstancia no permite inspeccionar, evaluar o adaptar estos dispositivos a las necesidades y saberes particulares de cada laboratorio o comunidad. Esta situación perjudica de forma directa la producción de conocimiento y el desarrollo tecnológico, limitando además el potencial de generación de soluciones equitativas y sostenibles en respuesta a problemas particulares de índole local.

Como respuesta a esta problemática se ofrece para la sociedad académica y científica la alternativa del Hardware Científico Abierto (HCA) que surge emulando la filosofía y la ética del
///...



///...

software abierto y se refiere a cualquier pieza de hardware que pueda ser obtenida, ensamblada, usada, estudiada, modificada, compartida y comercializada por cualquier persona. Incluye equipos estándar de laboratorio, tales como sensores, microscopios y termocicladores, así también como dispositivos diseñados ad hoc para diseños experimentales particulares.

El auge de estos dispositivos científicos abiertos está, por lo tanto, estrechamente relacionado con la documentación y la diseminación de sus diseños digitales y con la inherente posibilidad de modificarlos y adaptarlos a diferentes contextos y necesidades para poder ayudar en la resolución de problemas de índole ambiental de nuestras realidades. Sin embargo, esta potencia sólo puede ser materializada por quienes manejan las tecnologías que han permitido y acompañan el desarrollo del HCA (ie. impresión 3D, Arduino, Git).

Por tanto, es imprescindible entonces, enseñar en las universidades sobre el HCA, explicar su potencialidad y aplicarlo en el campo real del entorno tecnológico y científico para nuestros futuros ingenieros.

4. Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje de acuerdo con el Plan de Estudios

- Diseña, construye y documenta dispositivos de monitoreo ambiental con tecnologías libres.
- Evalúa protocolos de monitoreo y adquisición de datos ambientales.
- Interpreta los datos generados por los dispositivos de monitoreo para el diagnóstico ambiental.

5. Desarrollo de unidades temáticas¹

UNIDAD I: Abriendo la caja negra. Introducción al hardware científico abierto.

Tecnologías libres. Presentación y muestra de funcionamiento de hardware científico abierto. Adaptador de canal de host (HCA).

UNIDAD II: Visualizando una solución. Diseño inicial del proyecto. Dimensionamiento y definición del alcance y objetivos del proyecto tipo.

Visita al bazar global online de HCA. Bosquejo de un diseño inicial, definición de partes necesarias y plan de trabajo. Introducción a la metodología básica de documentación del proyecto definido.

UNIDAD III: Hola mundo! Introducción al prototipado electrónico de dispositivos educativos y científicos.

Nociones básicas de electrónica y seguridad. Presentación general de la plataforma de proto-

///...



¹ **Contenidos mínimos según el Plan de Estudios:** Tecnologías libres. Fundamentos del prototipado físico y electrónico de dispositivos educativos y científicos. Metodología y herramientas de documentación abierta (GIT). Diseño y herramientas para publicación y análisis de datos. Desarrollo de proyecto educativo o científico para monitoreo ambiental o ecológico.

///...

tipado Arduino. Instalación y presentación de Entorno Integrado de desarrollo (IDE). Entradas y salidas digitales. Estructura de control. Generación y administración de datos. Revisión del diseño y plan de trabajo inicial.

UNIDAD IV: Interactuando con el mundo! Sensado y comunicación.

Adquiriendo datos del entorno. Entradas analógicas. Sensores y protocolos varios (I2C, serial, etc.). Visualización de datos en display y por pantalla. Transmisión de los datos (bluetooth y wi-fi). Prototipado electrónico inicial del proyecto.

UNIDAD VI: Compartiendo con el mundo. Introducción al desarrollo colaborativo de proyecto educativo o científico para monitoreo ambiental o ecológico.

Introducción a los repositorios digitales y el control de versiones con Git. Presentación del lenguaje Markdown y uso de páginas wiki. Creación de un repositorio con la documentación del proyecto en Gitlab.

UNIDAD VII: Tropezando con nuevas piedras. Testeo, iteración y validación del prototipo.

Ensamblado inicial del prototipo completo. Debugging e iteración del diseño. Diseño y documentación de un protocolo para validación de desempeño.

UNIDAD VIII: Preparando la salida. Ajustes finales al prototipo y la documentación.

Documentación completa de ensamblado y uso del dispositivo. Ajustes estéticos y de funcionamiento.

UNIDAD IX: Los datos hablan. Introducción a la visualización de datos

Introducción a la visualización interactiva de datos. Gobernanza y publicación de datos ambientales

LISTADO DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

TP N° 1: Planteo y elección de desafíos a resolver. Canvas de proyecto.

TP N° 2: Esquema electrónico y programación de prototipo

TP N° 3: Diseño 3D de carcasas y accesorios

TP N° 4: Prototipo funcional y documentación final

6. Metodología de Enseñanza - Aprendizaje

El módulo es presencial, teniendo como opción un complemento virtual de hasta el 29% (Resolución N°133/2021-CS.). En este sentido, se organizan a través de la hoja de ruta de los espacios curriculares instancias de trabajo asincrónicas dentro de la carga horaria total del módulo teniendo en cuenta las pautas y criterios pedagógicos-didácticos establecidos en la resolución. La Hoja de Ruta es publicada al inicio del cursado en el aula virtual (plataforma Moodle), que constituye el sitio oficial de comunicación con las/os estudiantes. En ella se presentan los materiales de estudio, horarios de consultas, fechas de exámenes, contactos de los integrantes del equipo docente, programa del módulo, entre otros.

///...



///...

El propósito fundamental de la enseñanza apunta a que las/os estudiantes desarrollen las competencias necesarias para asumir los desafíos del mundo laboral y participar como ciudadanos activos en sociedades democráticas. La definición del formato curricular adoptado en el módulo, se define por su sentido pedagógico-didáctico, por la relación teoría-práctica y por los contextos en los que pueden desempeñarse, siendo así una propuesta situada que considera la práctica como eje transversal.

Según el Plan de Estudios, el formato curricular del módulo es **Taller**, presentando las siguientes características de acuerdo con el encuadre institucional:

Definición:

- Propuesta organizada en torno a la planificación, concreción y evaluación de procesos y/o productos relacionados con el perfil profesional.
- Su eje se centra en el hacer reflexivo y sistemático que integra el saber, el convivir y el emprender, posibilitando la producción de procesos y/o productos.
- Promueve el trabajo colaborativo.
- En este tipo de espacio hay un predominio de las actividades procedimentales que requieren de un seguimiento constante de las actividades del estudiante. Se recomienda trabajar con grupos o comisiones acotadas de estudiantes.
- Es un formato valioso para la confrontación y articulación de las teorías con las prácticas en tanto toda propuesta de trabajo en Taller supone un hacer creativo y también reflexivo, pues pone en juego marcos conceptuales desde los cuales se llevan a cabo las actividades o se van construyendo otros nuevos que son necesarios para afrontar los desafíos que plantea la producción. En este sentido, la clave de la modalidad organizativa Taller es la problematización de la acción. (Arg., Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2007).
- Se recomienda, en relación con el perfil del egresado, que las propuestas sean productivas o de intervención.

Relación Teoría - Práctica:

- El eje es una práctica sistemática en la que se pone en juego la teoría para la planificación, ejecución y evaluación del hacer. La estrategia fundamental es el Aprendizaje basado en Proyectos.
- Se propone un mínimo de 80% de actividades prácticas.

Contexto: campo, finca, industria, invernadero, territorio, talleres, etc.

7. Evaluación

El Plan de Estudios adopta un enfoque por competencias; con una estructura modular cuyo objetivo es que la flexibilidad del currículum promueva trayectorias fluidas, continuas y autónomas. En este sentido, se propone una evaluación formativa, organizada en sistemas de evaluación orientados a la acreditación de saberes por promoción.

El sistema de evaluación se define como una propuesta programática integral diseñada por el equipo docente para todo el módulo, que busca adecuar el proceso de evaluación a los resultados de aprendizaje garantizando la confiabilidad. En este sentido, las diversas instancias

///...



///...

se integran en un recorrido en el que a cada una se le asigna un valor para construir la acreditación final. La promoción implica que las/os estudiantes tengan la posibilidad de acreditar dentro de la carga horaria asignada al módulo.

Para garantizar el avance en las trayectorias se incorpora para el presente plan de estudios instancias compensatorias. Estos espacios tendrán lugar dentro de un periodo que no supere los 15 días posteriores al cursado y tienen como objetivo que la/el estudiante sea evaluado en aquellos contenidos/prácticas pendientes de aprobación durante el cursado del módulo reconociendo así, lo que ya ha sido aprobado. Estas instancias ponen en valor los saberes adquiridos e incrementan las instancias para acreditar lo pendiente, como un espacio intermedio entre la aprobación del módulo y el pasaje a mesa de examen. En caso de que la/el estudiante no apruebe en instancias compensatorias, se evaluará en instancia final.

Teniendo en cuenta el enfoque por competencias, se incorporan como estrategias la evaluación de procedimientos, por tanto, las instancias pueden adquirir versatilidad en función de las características de los saberes a evaluar (trabajos prácticos, evaluación integradora, elaboración de informes por resolución de problemas, observación directa con lista de cotejo, rúbrica, portafolios, etc.). Los formatos curriculares orientan las decisiones metodológicas respecto de la evaluación de aprendizajes.

La normativa de evaluación será aprobada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y podrá actualizarse en función de la evaluación permanente del presente Plan de Estudios. Cada módulo tendrá un Reglamento Interno aprobado que estará disponible en el aula virtual, donde se detallan las condiciones de aprobación de acuerdo a las características especiales de cursado y tipo de actividades llevadas a cabo.

Para poder aprobar la asignatura electiva los estudiantes deben completar y cumplir con las pautas estipuladas por el docente para las distintas etapas del proyecto (ej. diseño inicial, documentación, prototipo final). El docente evalúa también el proceso de aprendizaje de cada estudiante durante las horas dedicadas a las tareas prácticas.

Además, los estudiantes deben cumplir con una asistencia como mínimo del 70%.

La calificación final está dada por una autoevaluación de cada estudiante preparada por el docente con preguntas referidas al proceso de aprendizaje individual, una evaluación de los proyectos efectuadas por sus pares y una evaluación global del docente a cargo.

8. Bibliografía

Bibliografía obligatoria

Dryden, M., Fobel, R., Fobel, M., Wheeler, A., (2017), Upon the Shoulders of Giants: Open-Source Hardware and Software in Analytical Chemistry, Analytical Chemistry 2017 89 (8), 4330-4338. <https://microfluidics.utoronto.ca/papers/acs.analchem.7b00485.pdf>

Gibb, A., (2014), Building Open Source Hardware DIY Manufacturing for Hackers and Makers, Addison-Wesley, EEUU, ISBN-13: 978-0321906045 <https://curriculum.openhardware.space/> (Visitado en Febrero 2022)

Maia Chagas A., (2018), Haves and have nots must find a better way: The case for open scientific hardware, PLoS Biol, 16(9): e3000014. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000014>

///...



///...

Pearce, J., (2014), Open-Source Lab: How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs, Elsevier, ISBN 9780124104624, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410462-4.01001-5>

Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M., (2000), Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation. Journal of the Learning Sciences, 9(1), 7-30, <https://www.learntechlib.org/p/165283/>

Shane, O., Pearce, J., (2018), General Design Procedure for Free and Open-Source Hardware for Scientific Equipment, Designs 2, no. 1: 2, <https://doi.org/10.3390/designs2010002>

9. Actividades de internacionalización

- Se posibilita la incorporación de estudiantes de intercambios nacionales e internacionales.
- Se utilizan materiales didácticos de alcance internacional (escalas, clasificaciones, resultados de investigaciones, etc.)
- La formulación de los resultados de aprendizaje considera perspectivas regionales, globales o interculturales.
- Algunos integrantes del equipo docente tienen acceso y han realizado pasantías, estancias, estudios e intercambios académicos en el extranjero que propician la integración de conocimientos o prácticas que se llevan a cabo en otros sitios.
- Algunos profesores del espacio curricular tienen acceso y/o son miembros de organismos o asociaciones profesionales o académicas regionales o internacionales en su campo de especialidad.
- El equipo docente incluye algunos miembros con experiencia profesional o académica en instituciones de proyección regional o internacional.
- Los docentes participan en eventos académicos interculturales, y/o en proyectos con pares de otras regiones y culturas.
- El equipo docente cuenta con miembros que presentan sus trabajos en eventos especializados y en los medios de comunicación académica de proyección internacional.
- El espacio curricular cuenta con proyección internacional (participación de invitados que representan a organismos o instituciones de alcance nacional e internacional).

10. Instrumentos complementarios:

Para mayor detalle, pueden consultarse los instrumentos de actualización anual: Hoja de ruta y Reglamento Interno.

