

## FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE CURSOS DE POSGRADO

1.1. Indique la denominación del curso propuesto: **Taller de hardware científico abierto para investigación y enseñanza de las ciencias.**

1.2. Inserto en un carrera de posgrado

No

1.3. En caso de que el curso ya sea dictado en otra carrera indique la siguiente información:

| Carrera | Tipo de dictado | Modalidad | Carácter |
|---------|-----------------|-----------|----------|
|         |                 |           |          |

2. Equipo docente.

2.1. Responsable a cargo.

Apellido: CREMADES  
Nombre: Pablo Gabriel  
Documento: 30.536.460  
Correo electrónico: pcremades@fcen.uncu.edu.ar  
CUIT/CUIL: 20-30536460-7

2.2. Integrantes del equipo docente (repetir cuantas veces sea necesario)

Apellido: CASTRO VIDELA  
Nombre: Fernando  
Documento: 25.352.648  
Correo electrónico: ferhcastro@gmail.com  
CUIT/CUIL: 20-25352648-4

3. Fecha probable de dictado

2do mes: Agosto

4. Número máximo y mínimo de alumnos: 18

5. Carga horaria propuesta: 60

5.1. Exprese la carga horaria relacionada al dictado de la actividad en horas reloj.

| Modalidad  | Carga teórica | Carga práctica | Total | Porcentaje |
|------------|---------------|----------------|-------|------------|
| Presencial |               |                |       |            |

No presencial

0

0

0

-

**Total**

## 6. Objetivos (2000 caracteres)

### **Objetivos del Taller de Hardware Científico Abierto**

El taller apunta a que los doctorandos adquieran autonomía tecnológica para diseñar y construir sus propios instrumentos científicos de bajo costo, usando herramientas abiertas. Se trata de dotar a investigadores de distintas disciplinas (Biología, Física, Química, Geología, etc.) de capacidades concretas para resolver problemas técnicos de sus propias tesis.

### **Objetivos específicos y su vínculo con el perfil del egresado**

#### 1. Desarrollar rigor metodológico e independencia instrumental

El egresado del Doctorado debe ser capaz de dirigir investigación con habilidad metodológica sólida para diseñar instrumentos científicos.

#### 2. Generar soluciones originales e innovadoras

El perfil del egresado exige capacidad para desarrollar proyectos con componentes auténticamente originales. El enfoque de hardware abierto empuja precisamente hacia eso: no comprar un instrumento estándar, sino diseñar uno ajustado a la pregunta de investigación.

#### 3. Contribuir al desarrollo tecnológico con relevancia social y regional

El egresado debe ser capaz de generar conocimientos que respondan a problemáticas locales. Las tecnologías de bajo costo y el hardware científico abierto apuntan directamente a reducir la brecha tecnológica en ciencia, lo que tiene especial pertinencia para el contexto regional. Este objetivo se trabaja de manera reflexiva en el módulo C0 (introducción al HCA y la Recomendación UNESCO sobre Ciencia Abierta).

#### 4. Adoptar una postura crítica frente a paradigmas científicos y tecnológicos

El programa no es puramente técnico: incluye una reflexión crítica sobre ciencia abierta, propiedad intelectual y acceso al conocimiento. Esto dialoga con el perfil doctoral que requiere pensamiento crítico sobre paradigmas de investigación.

#### 5. Trabajar en equipos interdisciplinarios

El formato taller, con trabajo colaborativo entre doctorandos de distintas disciplinas, estimula una dinámica investigación interdisciplinaria y prepara para dirigir equipos, otro requisito explícito del perfil del egresado.

## 7. Contenidos. (2000 caracteres)

### **MÓDULO A: Impresión 3D para instrumentación científica y enseñanza (16 hs)**

#### **A1 — Introducción a las técnicas de fabricación digital**

Tecnologías de fabricación digital. Máquinas CNC. Impresoras SLA y FDM: características comparativas. Características de las impresoras FDM: mantenimiento y calibración. Materiales disponibles (PLA, PETG, ABS, TPU): características técnicas y aplicaciones en ciencia. Preparación del modelo 3D para impresión: laminado y parámetros críticos. Repositorios de modelos 3D para ciencia: biología, química, física, matemática y geología.

#### **A2 — Generación de modelos tridimensionales para instrumentación**

Características generales de un modelo 3D. Herramientas para generar modelos tridimensionales. Introducción al diseño paramétrico con OpenSCAD. Elementos básicos: cubo, esfera, cilindro, texto. Transformaciones: traslación, rotación, extrusión. Operaciones lógicas: unión, intersección y diferencia. Módulos reutilizables. Operaciones avanzadas: hull y

minkowski. Librerías de OpenSCAD para ciencia. Diseño orientado a la tesis: análisis de casos de instrumentos científicos impresos en 3D.

## **MÓDULO B: Electrónica aplicada a instrumentos científicos (16 hs)**

### **B1 — Conceptos de circuitos eléctricos e instrumentación**

Instrumentos de medición eléctrica: fuente de tensión, multímetro, osciloscopio, generador de funciones. Circuitos de corriente continua: resistores en serie y en paralelo, circuitos R-C. Corriente alterna: resistores, inductores y capacitores. Filtros electrónicos pasivos y sus aplicaciones en instrumentación. Motores de corriente continua.

### **B2 — Dispositivos electrónicos activos para instrumentación**

Nociones básicas de semiconductores: diodos y transistores, aplicaciones prácticas. Dispositivos LEDs: características y aplicaciones. Fototransistores y LDR. Amplificadores operacionales: aplicaciones prácticas para instrumentación científica. Reguladores de tensión. Fuentes de corriente. Celdas Peltier: control de temperatura en instrumentos científicos.

### **B3 — Diseño e implementación de circuitos electrónicos**

Diagrama de un circuito electrónico. Símbolos estándar: fuentes, componentes pasivos y activos. Montaje de circuitos en placas experimentales (breadboard). Diseño e implementación de un circuito en PCB (Printed Circuit Board). Herramientas de diseño asistido (Fritzing, KiCad). Acondicionamiento de señales eléctricas. Circuitos de control prácticos.

## **MÓDULO C: Prototipado electrónico abierto — Hardware Científico Abierto (16 hs)**

### **C0 — Introducción al Hardware Científico Abierto (HCA)**

¿Qué es el Hardware Científico Abierto? El ecosistema global del HCA: comunidades, revistas (HardwareX, JOSS), repositorios. Ejemplos de HCA en el mundo y en la FCEN. HCA y la Recomendación de la UNESCO sobre Ciencia Abierta (2021): equidad en el acceso a instrumentación científica. Análisis crítico: ventajas, limitaciones y consideraciones éticas del HCA.

### **C1 — Introducción a las herramientas de prototipado rápido**

Nociones básicas sobre microcontroladores. Placas de desarrollo digital: Arduino, ESP32 — características comparativas y criterios de selección. La placa Arduino y sus componentes. El entorno de desarrollo Arduino (IDE). Lenguaje de programación Arduino (basado en C/C++). Sintaxis básica: variables, tipos de datos, operadores, estructuras de control. Entrada y salida de datos: pines digitales y analógicos.

### **C2 — Sensores y actuadores para instrumentación científica**

Tipos de sensores: distancia, luz, temperatura, campo magnético, humedad, presión, pH. Comunicación de sensores con Arduino (I2C, SPI, UART). Tipos de actuadores: motores DC, servomotores, motores paso a paso, LEDs, displays. Control de actuadores con Arduino. Integración de sensores en instrumentos científicos reales.

### **C3 — Aplicaciones en ciencia y enseñanza de la ciencia**

Instrumentos científicos de bajo costo: bomba de jeringa, colorímetro, cámara de respiración de suelo, peachímetro, controlador de temperatura. Arduino como herramienta para el desarrollo de pensamiento científico y resolución de problemas. Diseño participativo de instrumentos: del problema de investigación al prototipo funcional.

### **C4 — Conceptos avanzados de prototipado**

Control por modulación de ancho de pulso (PWM). Generación de señales arbitrarias. Conversor analógico-digital (ADC). Detección de eventos asincrónicos: interrupciones. Comunicación y registro de datos: almacenamiento en SD, transmisión serial, conectividad WiFi/Bluetooth para IoT científico.

8. Describa las actividades prácticas desarrolladas, indicando lugar donde se desarrollan y modalidad de supervisión. (Si corresponde). (2000 caracteres)

## **Trabajos Prácticos**

**TP1 — Diseño e impresión 3D de una pieza científica (Módulo A)**

Cada doctorando diseña e imprime en 3D una pieza directamente vinculada a su área de tesis, ya sea un componente de instrumentación o un material didáctico para ciencia. El proceso involucra modelado paramétrico con OpenSCAD y la preparación del archivo para impresión FDM, incluyendo la selección del material adecuado (PLA, PETG, ABS, TPU) según las condiciones de uso. Se entrega una memoria técnica que documenta las decisiones de diseño.

**TP2 — Desarrollo de un circuito electrónico aplicado (Módulo B)**

El estudiante diseña e implementa un circuito electrónico de aplicación en su disciplina. Puede elegir entre varias opciones: un controlador de temperatura, un monitor de señales biológicas, un acondicionador de señales para un sensor, u otra propuesta acordada con el docente. El trabajo implica montar el circuito en breadboard, diseñarlo en PCB con herramientas como Fritzing o KiCad, e integrar componentes activos.

**TP3 — Prototipo de instrumento científico abierto (Módulo C)**

El doctorando elabora una propuesta de instrumento científico de bajo costo basado en plataformas Arduino o ESP, vinculada a su tema de tesis, y debe materializarla en un prototipo funcional básico. Esto implica programar el microcontrolador, integrar sensores (temperatura, luz, pH, humedad, presión, entre otros) y actuadores, y gestionar la comunicación de datos. Los ejemplos que ofrece el programa incluyen bombas de jeringa, colorímetros, cámaras de respiración de suelo y peachímetros. Este prototipo se defiende oralmente en el coloquio final.

**9. Bibliografía propuesta (2000 caracteres)**

- Boylestad, R. (2004). Introducción al Análisis de Circuitos (10a ed.). Pearson – Prentice Hall.
- Cabrera Frias, L. y Córdova Esparza, D. M. (2023). La impresión 3D como herramienta educativa para desarrollar el pensamiento creativo: revisión sistemática. Apertura (Guadalaj., Jal.), 15(2), 88–103.
- Cerda, A. et al. (2024). Open Educational Resources for distributed hands-on teaching in molecular biology. BioRxiv. <https://www.biorxiv.org/content/early/2024/03/29/2024.03.28.587173>
- Cremades, P. y Castro, F. (2017). Tecnología libre y la enseñanza de Física. I Workshop de Ciencia Abierta y Ciudadana. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64789>
- Fabricio Cano, P., Cremades, P. y Castro, F. (2023). Soil Active Carbon – POXC. IORodeo Newsletter. <https://blog.iorodeo.com/soil-active-carbon-poxc/>
- Kurata, K. (2021). Open-source colorimeter assembled from laser-cut plates and plug-in circuits. HardwareX, 9. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2020.e00161>
- Pallas, R. (2006). Instrumentos Electrónicos Básicos (1a ed.). MARCOMBO S.A.
- Pedroza Flores, R. (2018). La universidad 4.0 con currículo inteligente 1.0 en la cuarta revolución industrial. RIDE, 9(17), 168–194. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.377>
- Puliafito, S. E. (2010). Teoría de Circuitos 1. Apuntes de clases. FRM-UTN.
- Recursos educativos Fritzing. <https://fritzing.org/learning/>
- Sears, Zemansky, Young & Freedman (2010). Física Universitaria (12a ed., Vol. 2). Pearson Education.
- Sharkey, J. P. et al. (2016). A one-piece 3D printed flexure translation stage for

open-source microscopy. Rev. Sci. Instrum., 87(2).

<https://doi.org/10.1063/1.4941068>

- UNESCO (2019). Proyecto de recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA).

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936\\_spa.locale=en](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936_spa.locale=en)

- UNESCO (2021). Recomendación de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta.  
<https://doi.org/10.54677/YDOG4702>

10. Modalidad de evaluación y requisitos de aprobación y promoción. (2000 caracteres)

La evaluación durante el cursado consistirá en la presentación de los siguientes trabajos prácticos:

- Trabajo Práctico 1 (Módulo A): diseño e impresión 3D de una pieza para instrumentación o uso didáctico en ciencia, directamente vinculada al área de tesis del doctorando. Presentación de una memoria técnica.

- Trabajo Práctico 2 (Módulo B): desarrollo e implementación de un circuito electrónico de aplicación en el área disciplinar del doctorando (a elección: controlador de temperatura, monitor de señales biológicas, acondicionador de señales para un sensor, u otro acordado con el docente).

- Trabajo Práctico 3 (Módulo C): elaboración de una propuesta de instrumento científico de bajo costo basado en prototipado electrónico abierto (Arduino/ESP), vinculada al tema de tesis. El estudiante deberá materializar un prototipo funcional básico.

Para que un/a doctorando/a sea considerado/a regular deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Presentación en tiempo y forma y aprobación de los 3 trabajos prácticos.
- Asistencia mínima del 80% de las horas presenciales del taller.

Para promocionar el curso deben cumplirse los siguientes requisitos: aprobar la totalidad de los trabajos prácticos y aprobar un coloquio final. El coloquio incluirá la defensa oral del proyecto integrador (instrumento científico vinculado a la tesis) y preguntas sobre los contenidos del programa completo.

11. Tiempo de entrega de evaluaciones y calificaciones una vez finalizado el curso

Una vez finalizado el curso, y habiendo cumplido los requisitos para su aprobación, se estima un plazo de 4 semanas para recibir la calificación final.

12. Ingrese toda otra información que considere pertinente, incluidos requisitos específicos si corresponde. (1600 caracteres)

Contar con una computadora personal con capacidad para instalar software libre (OpenSCAD, Arduino IDE, Fritzing o KiCad). No se requiere hardware potente, pero sí acceso regular fuera del horario de clases para avanzar con los trabajos prácticos. Se requieren componentes electrónicos varios, algunos disponibles en FCEN, y placas de desarrollo (Arduino, ESP). Sería deseable que desde la Subsecretaría de Posgrado se pudieran adquirir algunos elementos para mejorar la calidad del taller y aumentar el cupo de participantes.