

<b>Facultad de Ingeniería - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO</b>			
<b>P1 - PROGRAMA DEL CURSO</b>			
<b>CURSO:</b>	<b>MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA - GRASSHOPPER</b>		
<b>Profesor Titular:</b>	<b>RIESCO Lucas Matías</b>		
<b>Área:</b>	<b>Extensión</b>		
<b>Año: 2024</b>	<b>Semestre: Impar</b>	<b>Horas: 45</b>	<b>Horas Semana: 3</b>

### **FUNDAMENTOS**

A partir de un escenario donde los desafíos y las oportunidades en la arquitectura se han ampliado exponencialmente debido a la tecnología, la formación de arquitectos debe evolucionar, preparando a nuestros estudiantes no solo para concebir edificios, sino también para estar a la vanguardia en innovación, eficiencia y creatividad a la hora de proyectar, valiéndose para ello de las herramientas que el entorno tecnológico les brinda.

El futuro arquitecto debe ser un pensador adaptable, un creador versátil, y un solucionador de problemas que aborde los desafíos de la arquitectura con una mentalidad abierta y orientada al futuro. En este contexto, el modelado paramétrico y la programación visual se erigen como herramientas cruciales en el conjunto de habilidades de todo arquitecto. No solo como herramientas técnicas, sino también como método de empoderamiento de nuestros profesionales para desenvolverse en un mundo en constante cambio..

El modelado paramétrico permite la creación de estructuras y formas que no podrían concebirse de manera tradicional, permitiendo una innovación sin límites. Por su parte, la programación visual da vida a estas estructuras, permitiendo la optimización y el análisis lógico de los diseños. Ambas herramientas desbloquean un mundo de posibilidades en el diseño arquitectónico, desde la generación de formas orgánicas hasta la evaluación de la eficiencia energética.

### **OBJETIVOS**

#### **Objetivos Generales**

Este curso tiene como objetivo principal ofrecer a los estudiantes de arquitectura una sólida base en el uso de Grasshopper, una plataforma de modelado paramétrico, como herramienta para la generación y manipulación de geometría compleja. A través de este curso, se busca desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan traducir sus ideas de diseño en modelos tridimensionales de manera paramétrica, apoyándose en un flujo de diseño lógico-matemático.

### **Objetivos Particulares**

**Introducción a Rhinoceros - Grasshopper:** Familiarizar a los estudiantes con la interfaz y funcionalidades básicas de Rhinoceros y Grasshopper para que adquieran confianza en su uso.

**Fundamentos de Programación Visual:** Desarrollar habilidades en programación visual para que los estudiantes puedan crear algoritmos y lógicas complejas para modelar formas arquitectónicas.

Aplicación en Proyectos de **Arquitectura y diseño paramétrico:** Enseñar a los estudiantes a aplicar Grasshopper en proyectos de arquitectura para optimizar el diseño, la eficiencia y la sustentabilidad.

**Análisis y Optimización:** Capacitar a los estudiantes para utilizar Grasshopper en análisis de diseño y optimización, permitiendo la toma de decisiones informadas y mejoras en los proyectos arquitectónicos.

**Fomento de la Creatividad y Experimentación:** Estimular la creatividad y la experimentación a través de ejercicios prácticos que desafíen a los estudiantes a explorar nuevas formas y enfoques en el diseño arquitectónico.

## **CONTENIDOS**

### **UNIDAD 1 FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA PARAMÉTRICA**

#### **1.A-Presentación del curso y objetivos**

Arquitectura paramétrica y su importancia en el diseño arquitectónico actual

Conceptos fundamentales del diseño paramétrico

Tipos de Geometrías

Conceptos de programación visual y lógica en Grasshopper.

Topología

### **UNIDAD 2: SOFTWARE A UTILIZAR - RHINOCEROS + GRASSHOPPER**

#### **2.A-Modelado básico en Rhinoceros**

Introducción al software Rhino como plataforma de modelado 3D.

Interfase

Navegación

Herramientas básicas

#### **2.B-Interfaz de Grasshopper**

Barra de Menú (setar nombres completos, iconos, mesh edges)

Herramientas

Lienzo

Gestión de archivos

Componentes

Inputs/ Outputs

Conexiones: Flujo de datos

Datos automáticos en componentes

Herramientas rápidas (3er botón del mouse)

## **UNIDAD 3: MODELADO EN GRASSHOPPER**

### **3.A-Modelado básico**

Planos - Vectores - Curvas

Superficies - Mallas - Intersecciones

Transformaciones Simples

Display - Inputs - Contenedores

Dominios - Operadores - Utilidades

Listas - Secuencias - Conjuntos

### **3.B-Manipulación de datos y geometrías**

Árboles de datos y ramas

Remapeo de datos

Modificadores de estructuras de datos

Reparametrización

Lógica booleana

Trabajo con rangos y dominios

Clusters

## **UNIDAD 4: MODELADO AVANZADO**

### **4.A-Desarrollo de scripts complejos a partir de componentes nativos**

Modelado de pieles y estructuras de envolvente

Panelización

Morphing

Network Surfaces

Particiones

Creaciones de grillas - Morhp

Voronoi / Dealunay - Morph

Atractores

Visualización de datos (data viewer)

#### **4.B-Complementos**

---

Instalación de plugins fundamentales

Kangaroo

Lunchbox

MeshHopper

Topos: Optimización topológica 3D de una estructura

Wb

PufferFish

### **UNIDAD 5: TRABAJO COLABORATIVO**

---

#### **5.A-Proceso de creación de proyecto colaborativo**

---

Introducción a la colaboración de proyectos de diseño paramétrico

Gestión de archivos en GIT

#### **5.B-Desarrollo de proyectos de manera colaborativa**

---

Uso de repositorio compartido: GitHub

Protocolos de trabajo

Publicación y promoción

### **UNIDAD 6: PARAMETRICISMO Y BIOCLIMATISMO**

---

#### **6.A-Análisis bioclimático**

---

Amanzanamiento

Importación de datos geoespaciales y climáticos

Integración de datos del sitio y contexto

Análisis bioclimático y optimización

#### **6.B-Algoritmos Genéticos**

---

Creación de entornos de análisis (Manejo de problemas no definidos)

Optimización de diseños basados en datos

Algoritmos genéticos (genoma y modelos evolutivos)

---

## **UNIDAD 7: Fabricación**

Modelado de piezas para impresión 3D

Despiece y segmentación orientada a cortes láser y CNC

## **UNIDAD 8: Arquitectura e Inteligencia Artificial**

Inteligencias artificiales actuales

Procesamiento de la información

Gestión de datos

Entrenamiento y regresión

Trabajo asistido por modelos de lenguaje (LLM)

### ***METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA***

Se plantea una metodología que combina la riqueza de las dinámicas de las clases tipo taller de arquitectura con la lógica y el enfoque de las clases de programación. Esta metodología se basa en los siguientes principios clave:

**Aprendizaje Activo y Práctico:** En lugar de centrarse exclusivamente en la teoría, la propuesta de enseñanza se basa en el desarrollo y análisis de proyectos prácticos. Los estudiantes se enfrentarán a desafíos de diseño arquitectónico del mundo real que requieren la aplicación de conceptos y herramientas de Grasshopper. Esto les permite aprender de manera activa y adquirir habilidades que pueden aplicar de inmediato en su futura carrera.

**Enseñanza Inversa (Flipped Classroom):** Para optimizar el tiempo en el aula, se proporcionan recursos de apoyo (ver sección "Material de apoyo") antes de cada clase. Los estudiantes pueden revisar tanto el contenido teórico como apartados prácticos y repositorio colaborativos. En las sesiones presenciales, la clase se centra en la resolución de problemas, la colaboración y la aplicación de los conocimientos adquiridos.

**Colaboración Interdisciplinaria:** Se trata de fomentar la colaboración entre estudiantes de diferentes disciplinas (integración con materias de la carrera de arquitectura como Taller de Arquitectura, Diseño Urbano, Análisis bioclimático; e integración con materias de diferentes carreras afines como Ciencias de la Computación e Ing. en Mecatrónica).

**Revisiones, Equipos de Optimización y Retroalimentación Continua:** La propuesta busca fomentar las capacidades de análisis crítico y técnico de cada estudiante, no solo en la etapa final de un proyecto sino también durante su desarrollo. La propuesta de este curso se fundamenta en la idea que el estudiante no sólo debe ser capaz de producir un objeto arquitectónico, sino que también debe poseer las competencias para analizar un proyecto en desarrollo y encontrar oportunidades de mejora. Esta visión se cristaliza mediante dinámicas de grupos de proyecto, donde cada persona tiene un rol: desde la etapa de

planificación hasta la etapa de análisis y optimización, pasando por instancias de desarrollo de código como también de gestión de la información que en él se maneja.

**Enseñanza de Habilidades Transferibles:** Más allá de Grasshopper, se busca que los estudiantes adquieran habilidades transferibles, como pensamiento lógico y abstracción, resolución de problemas y descomposición de tareas en algoritmos programables, identificación de patrones geométricos de manera analítica y colaboración en equipo. Estas habilidades son valiosas en cualquier campo y en un entorno laboral cada vez más interdisciplinario.

**Evaluación Basada en Proyectos:** La evaluación se realiza principalmente a través de proyectos y soluciones paramétricas. Se valora no solo la calidad de los resultados, sino también el proceso de diseño, el razonamiento detrás de las decisiones tomadas y la capacidad de innovar.

#### MODALIDAD DE LAS CLASES:

- **Actividades teóricas:** Se presentarán los conceptos teóricos clave que forman la base del diseño paramétrico y del uso de Grasshopper. Se incluirán aspectos técnicos relacionados con la génesis morfológica y la gestión de la información.
- **Prácticas guiadas:** Sesiones en las que los estudiantes realizarán ejercicios prácticos bajo la supervisión del instructor. Estas actividades se desarrollan en función de los contenidos teóricos y les permitirán aplicar de manera controlada los conceptos aprendidos y ganar confianza en el uso de Grasshopper. En estas sesiones también se presentarán los instructivos para los trabajos prácticos desarrollados a lo largo del curso.
- **Instancias de desarrollo y optimización:** Durante estas sesiones, los estudiantes trabajarán en proyectos individuales y/o grupales, tanto en calidad de diseñadores/desarrolladores, utilizando Grasshopper para resolver soluciones paramétricas, como también mediante roles de evaluación, analizando y optimizando los proyectos de otros compañeros.
- **Instancias de vinculación:** Estas instancias se centran en la colaboración y la integración con otras disciplinas. Los estudiantes tendrán la oportunidad de colaborar con compañeros de diferentes campos para abordar proyectos interdisciplinarios que desafíen su capacidad de aplicación de conceptos en contextos variados.
- **Consultas fuera del horario de clase:** Se establecerá una fecha y horario adecuado a la disponibilidad tanto de los docentes como de los alumnos (atendiendo a los horarios dispuestos por las demás materias en el cronograma semestral).

Esta modalidad de enseñanza no solo prepara a los estudiantes para dominar Grasshopper y la arquitectura paramétrica, sino que también les proporciona una base sólida de habilidades que les serán útiles a lo largo de sus carreras. Un enfoque integral es la clave para formar a la próxima generación de arquitectos creativos y tecnológicamente capacitados.

### ***METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN***

La evaluación de este curso se basa en un sistema de "**Puntos Críticos de Desempeño**", donde se evalúan trabajos prácticos desarrollados por los alumnos y se asignan notas en forma de saltos discretos. Dado que cada trabajo presenta un tema en específico y que la evaluación implica distintos aspectos técnicos, no existe continuidad en la nota, sino que representan zonas de estado de aprendizaje. Estas notas se utilizan para evaluar el rendimiento de los estudiantes en los siguientes componentes:

#### **Trabajos Prácticos Individuales:**

- Los trabajos prácticos se agrupan en un trabajo final.

- La nota de cada tema se calcula de la siguiente manera:

Nota Tema 1 = Max(Mejor nota en la Entrega Parcial de TP1, Nota de la Entrega Final en la Parte 1).

- Los estudiantes tienen dos oportunidades para obtener una calificación satisfactoria en cada tema. Si no obtienen un buen resultado en la entrega parcial, la nota del TP1 se puede mejorar en la Entrega Final.

Este enfoque de evaluación promueve un proceso de aprendizaje continuo y brinda a los estudiantes la oportunidad de mejorar su rendimiento a medida que avanzan en el curso. Se anima a los estudiantes a aprovechar al máximo su participación activa y a promocionar si demuestran un alto desempeño en el proceso.

#### **Número de Temas:**

- A lo largo del cursado, se abordarán cuatro temas individuales, cada uno con su sistema de evaluación basado en "Puntos Críticos de Desempeño".

- Al final del curso, se realizará una Entrega Final que abordará cinco temas, lo que representa un desafío adicional y una oportunidad para evaluar la comprensión integral de los conceptos y habilidades adquiridos.

- Este enfoque de evaluación equitativa y escalonada permite una evaluación completa de las habilidades de los estudiantes en cada tema individual, así como una evaluación integral al final del curso.

## PUNTOS CRÍTICOS DE DESEMPEÑO A EVALUAR EN LA ENTREGA DE CADA TRABAJO:

**1- Dominio de las Herramientas de Grasshopper:** Evaluar la capacidad de los estudiantes para utilizar las herramientas de Grasshopper de manera efectiva, incluyendo la creación y manipulación de geometría paramétrica, la aplicación de operaciones lógicas y matemáticas, y el uso de componentes específicos.

**2- Creatividad y Originalidad:** Evaluar la originalidad y creatividad en el diseño paramétrico. ¿Los estudiantes han aplicado conceptos paramétricos de manera innovadora en su trabajo? ¿Han explorado soluciones fuera de lo común?

**3- Eficiencia Paramétrica y Compartimentación:** Evaluar la eficiencia en el diseño paramétrico. ¿Los estudiantes han creado definiciones que permiten una fácil adaptación y modificación de sus diseños? ¿Han logrado automatizar procesos de diseño?

**4- Resolución de Problemas y cumplimiento de los Objetivos del Proyecto:** Evaluar la capacidad de los estudiantes para abordar desafíos específicos mediante el diseño paramétrico. ¿Han aplicado soluciones paramétricas efectivas para resolver el problema planteado?

**5- Optimización y Rendimiento:** Evaluar si los estudiantes han optimizado sus diseños paramétricos en términos de eficiencia, rendimiento o cumplimiento de criterios específicos.

**6- Comunicación Visual y Comentarios:** Evaluar la capacidad de los estudiantes para comunicar sus scripts de manera efectiva a través del orden en el código, a través de representaciones visuales, como dibujos, diagramas, y comentarios al código.

**7- Colaboración y Trabajo en Equipo:** Si los proyectos se realizan en equipos, evaluar la capacidad de los estudiantes para colaborar, comunicarse y distribuir tareas de manera efectiva.

**8- Documentación del Proceso:** Evaluar si los estudiantes han documentado adecuadamente el proceso de desarrollo de sus diseños paramétricos, incluyendo la justificación de decisiones de diseño y la revisión de iteraciones.

**9- Exploración de Escenarios:** Evaluar si los estudiantes han explorado y presentado múltiples escenarios de diseño a través de variaciones paramétricas, permitiendo una toma de decisiones informada.

**10- Presentación y Explicación:** Evaluar la habilidad de los estudiantes para presentar y explicar sus diseños paramétricos de manera clara y convincente, tanto de manera verbal como visual.

### **MATERIAL DE APOYO**

Se proporciona a los estudiantes un conjunto integral de recursos de apoyo diseñados para enriquecer su experiencia de aprendizaje y facilitar la comprensión de los conceptos teóricos y la aplicación práctica de Grasshopper. El material de apoyo se compone de los siguientes ítems:

#### **Compendio de Apuntes de Definiciones:**

- Se presenta un compendio de apuntes creado específicamente para facilitar el aprendizaje de los distintos temas teóricos y prácticos esenciales relacionados con el diseño paramétrico, con el software Grasshopper y cuestiones geométricas. Este compendio de apuntes es una referencia valiosa que proporciona explicaciones detalladas y ejemplos prácticos.
- Cada tema teórico incluye scripts detallados que explican cómo llevar a cabo tareas específicas en Grasshopper. Estos scripts son ejemplos concretos que demuestran la aplicación de los conceptos teóricos en proyectos reales.
- El compendio de apuntes permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo y profundizar en los temas que más les interesen. También actúa como una guía de referencia durante y después del curso.

#### **Repositorio Compartido:**

- Para complementar el libro de apuntes, se presenta un repositorio compartido en línea donde los estudiantes pueden acceder a los scripts y ejemplos prácticos mencionados previamente. Este repositorio es una biblioteca de recursos interactiva y accesible.
- El repositorio compartido fomenta la colaboración y el aprendizaje activo, ya que los estudiantes pueden explorar, modificar y adaptar los scripts a sus propias necesidades.

Esta combinación de un compendio de apuntes informativos y un repositorio de scripts prácticos facilita la comprensión y aplicación de Grasshopper y el diseño paramétrico. Además, permite una metodología de enseñanza inversa (Flipped Classroom) al brindar a los estudiantes acceso a recursos antes de las sesiones en el aula, lo que les permite aprovechar al máximo el tiempo en clase para la resolución de problemas y la colaboración interdisciplinaria.

### CARGA HORARIA

Se presenta a continuación la distribución de la carga horaria, considerando un total de 45 horas distribuidas a lo largo del semestre en 3hs por semana:

Actividad	Carga horaria en total reloj
Clases teóricas	6
Prácticas guiadas	15
Instancias de desarrollo práctico (dev/opt )	15
Vinculación	4
Exposición	5
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>45</b>

### CRONOGRAMA

MES	DIA	HO RA	UNID AD	TEMA	TRABAJS PRÁCTICOS
marzo	09-mar r	1°	U1 - U2	Presentación + Instalación	
		2°		Interfase Rhino	
		3°		Interfase Grasshopper	
	16-mar r	1°	U2 - U3	<b>TEÓRICO:</b> Tipos de geometrías	
2°		Scripts básicos 01-03			
3°		Trabajo en taller			
23-mar r	1°	U3	<b>TEÓRICO:</b> Lógica de programación		
	2°		Scripts básicos 04-06		
	3°		Trabajo en taller		
30-mar r	1°	U4	Scripts básicos 07-08		
	2°		Modelado Avanzado 01-03		
	3°		Trabajo en taller		
abril	06-ab r	1°	U4	Modelado Avanzado 04-06	
		2°		Modelado Avanzado 07-09	
		3°		Trabajo en taller	
	13-ab r	1°	U4	<b>TEÓRICO:</b> Form-Finding	
		2°		Modelado Avanzado - Form Finding	
		3°		Trabajo en taller	
20-ab r	1°	U4	Modelado Avanzado - Pluguins útiles		
	2°		Modelado Avanzado- Pluguins útiles		

		3°		Trabajo en taller	
	27-abr	1°		<b>TEÓRICO:</b> Trabajo Colaborativo	ENTREGA TP2 INICIO TP3: Manzana Urbana
		2°	U5	Prácticas Guiadas - Trabajo Colaborativo	
		3°		Trabajo en taller	
mayo	04-may	1°		<b>TEÓRICO:</b> Análisis Bioclimático	
		2°	U6	Prácticas Guiadas - Análisis bioclimático	
		3°		Trabajo en taller	
	11-may	1°		Prácticas Guiadas - Análisis bioclimático	
		2°	U6	Trabajo en taller	
		3°		Trabajo en taller	
18-may	1°		<b>TEÓRICO:</b> Fabricación	ENTREGA TP3 INICIO TP4: Diseño de Mueble	
	2°	U7	Prácticas Guiadas - Fabricación		
	3°		Trabajo en taller		
junio	01-jun	1°		<b>TEÓRICO:</b> Topología y Optimización	
		2°	U4	Prácticas Guiadas - Optimización estructural	
		3°		Trabajo en taller	
	08-jun	1°		<b>TEÓRICO:</b> Arquitectura Paramétrica e Inteligencia Artificial	ENTREGA FINAL TP4
		2°	U8	Prácticas Guiadas - Algoritmos genéticos	
		3°		Trabajo en taller	
	15-jun	1°		Trabajo en taller	
		2°	U8	Trabajo en taller	
3°			Desarrollo Muestra		
22-jun	1°		Trabajo en taller	EXPOSICIÓN FINAL	
	2°	U1	Desarrollo Muestra		
	3°		Entrega Final		

### **BIBLIOGRAFÍA**

Título	Autor	Editorial	Año
Diseño Paramétrico con Grasshopper	Arturo Tedeschi	AADCU	2018
Grasshopper: Visual Scripting for Rhinoceros 3D	David Bachman	Ediciones Generativas	2020
Introducción al Diseño Paramétrico con Grasshopper y Rhino	Abigail J. Sussman y Luis E. Fraguada	Diseño Editorial	2013
Modelación Paramétrica en la Arquitectura	Pablo Baquero	Blucher	2017
Arquitectura Paramétrica	Maurice Ruitter y Stefan Boeykens	Links Internacional	2013
Manual de Grasshopper	David Rutten	Robert McNeel & Associates	2020
Rhino NURBS: modelado 3D y renderización	McNeel	Rhino3D	2022
Documentación de Grasshopper	David Rutten	Robert McNeel & Associates	En constante actualización
Documentación de Rhino	McNeel	Rhino3D	En constante actualización
Grasshopper Primer	David Rutten	Robert McNeel & Associates	2018
Algorithmic Architecture	Kostas Terzidis	Routeledge	2006
Visual Programming in Rhino 3D with Grasshopper	Rajaa Issa, David Rutten	Packt Publishing	2018
Design with Grasshopper: Biologic	Methas Kambesis	Amazon Digital Services LLC	2021
Parametric Design for Architecture	Wassim Jabi	Laurence King Publishing	2016