

# Planificación de Programación con Categorías



Código/s: Electiva

## Identificación y características del Espacio Curricular

Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias de la Computación		
Plan de Estudios:	2010	Carácter:	Electiva
Bloque/Campo:	Área:		
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	- [LCC], 1º [LCC]		
Carga horaria:	75 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ciencias Exactas y Naturales	Departamento:	Ciencias de la Computación
Docente responsable:	JASKELIOFF, Mauro		

## Programa Sintético

## Espacios Curriculares Relacionados

Previos Aprobados:

Simultaneos Recomendados:

Posteriores:

## Vigencia desde 2024

\_\_\_\_\_  
Firma Profesor

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma Aprob. Escuela

\_\_\_\_\_  
Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

## Fundamentación

Dado un programa es más fácil entenderlo si lo podemos expresar a alto nivel, haciendo uso de abstracciones que nos permitan obviar detalles que no son inherentes a la idea que queremos expresar. Para que la comunicación de la idea del programa sea realmente efectiva, no podemos usar abstracciones ad-hoc, sino que se debe usar un conjunto de abstracciones comunes.

En este curso proponemos la utilización de la teoría de categorías como una fuente de buenas abstracciones que vale la pena estudiar y aplicar a la programación.

Se formalizará teoría de categorías en el lenguaje de programación Agda. Además de la obvia ventaja de poder aprender un lenguaje interesante, esto tiene ventajas para los docentes y para los alumnos:

- los docentes tienen la libertad de obviar algunos detalles a la hora de explicar un concepto, sabiendo que a la hora de resolver los ejercicios esos detalles necesariamente tendrán que ser tomados en cuenta.

- los alumnos tienen la seguridad de que no se están olvidando detalles, tienen feedback inmediato por parte del software, y la seguridad de que la solución es correcta cuando terminan un ejercicio. A su vez, el uso de los "huecos" de Agda ayuda a tener información contextual.

Esta es una materia optativa que se realiza en el último año de cursado, y en el que se cementan conceptos vistos en otras materias como ser Análisis de lenguajes de Programación, Ingeniería de software 1, y Complementos de matemática II.

## Resultados del aprendizaje

Al finalizar el cursado los/las estudiantes serán capaces de:

RA1 Reconocer y conceptualizar fundamentos básicos de la teoría de categorías.

RA2 Realizar pruebas formales utilizando un asistente de pruebas.

RA3 Utilizar un lenguaje escrito y oral adecuado dentro del contexto de la asignatura

## Competencias / Ejes transversales y Resultados del Aprendizaje

Competencia/Eje transversal al que tributa	Nivel	Resultados del Aprendizaje
CGT1-Identificación, formulación y resolución de problemas de informática	Alto	RA1
CGT4-Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la informática	Medio	RA2
CGS2-Fundamentos para la comunicación efectiva	Medio	RA3
CGS5-Fundamentos para el aprendizaje continuo	Alto	RA3

## Programa Analítico

Unidad 1.

1.1 Motivación. Necesidad de abstracción en la programación. Propiedades de una buena abstracción.

1.2 Enfoques para la teoría de categorías.

1.3 Ventajas y desventajas de los modelos formales.

Unidad 2.

2.1 Introducción a Agda. Entorno de trabajo. Ejemplos con y sin tipos dependientes.

2.2 Lógica proposicional en Agda. Lógica de predicados en Agda. Decidibilidad.

2.3 Igualdad definicional, proposicional y heterogénea.

2.4 Modelado de estructuras algebraicas.

2.5 Isomorfismo de conjuntos.

Unidad 3.

3.1 Categorías. Definición y formalización.

3.2 Interpretación básica de categorías en lenguajes de programación. 3.3 Categoría dual.

3.4 Categoría de conjuntos. Categoría de familia de conjuntos.

3.5 Categoría Slice.

3.6 Isomorfismo en una categoría.

Unidad 4.

4.1 Funtores y transformaciones naturales. Definición y formalización.

4.2 Funtor Identidad y composición de funtores.

4.3 Categorías de funtores. Composición vertical y horizontal.

4.4 Universos en Agda. Polimorfismo de universos.

4.5 Lema de Yoneda.

Unidad 5.

5.1 Construcciones en categorías. Propiedad universal.

5.2 Objeto inicial y terminal.

5.3 Productos y coproductos.

5.4 Modelado básico de tipos de datos.

5.5 Adjunciones.

Unidad 6.

6.1 Semántica de Álgebra Inicial. Álgebras para un funtor y homomorfismos.

6.2 Categorías de Álgebras. Álgebra inicial. Álgebra Libre.

6.3 Modelado de tipos de datos inductivos. Uso de propiedad universal como principio de definición y como principio de prueba.

6.4 Modelado de tipos de datos con recursión anidada. Tipos algebraicos generalizados.

Unidad 7.

7.1 Mónadas. Definición.

7.2 Álgebra para una mónada. Categoría de Eilenberg Moore.

7.3 Categoría de Kleisli. Kleisli en la programación.

7.4 Funtor Comparación. Resolución de una mónada.

7.5 Modelado y estructuración de programas con efectos.

## Modalidades de enseñanza

Clases teóricas y prácticas en el laboratorio de computación para la primera parte. En una segunda parte el alumno prepara un tema por sí sólo, lo formaliza, y da una clase sobre el mismo.

## Recursos

Se utiliza un laboratorio informático para el desarrollo de la actividad. Para las clases teóricas se utiliza un proyector.

El material de trabajo teórico/práctico se pone a disposición de los alumnos en un repositorio de GitHub.

## Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Introducción a Agda	Definiciones y tipos de datos básicos. Tipos recursivos y pattern matching. Tipos indexados.
2	Lógica	Lógica proposicional. Lógica de predicados.
3	Igualdad	Igualdad proposicional. Decidibilidad. Igualdad Heterogénea.
4	Records	Representación de estructuras algebraicas. Monoides. Homomorfismos de monoides. Representación de Cayley.
5	Categorías	Ejemplos de categorías. Isomorfismos. Ejemplos de isomorfismos.
6	Funtores	Ejemplos de funtores. Igualdad de Funtores. Isomorfismo de Funtores.
7	Transformaciones Naturales	Igualdad de Transformaciones Naturales. Composición Vertical. Composición horizontal. Intercambio.
8	Producto y Objeto Terminal.	Uso de la propiedad universal para probar propiedades.
9	Coproductos.	Uso de la propiedad universal para probar propiedades. Ley de intercambio con productos.
10	Algebra Inicial	Definiciones por algebra inicial. Categorías con Algebra Inicial . Propiedades.
11	Trabajo Final	Tema a elegir. Posibles temas: Categorías distributivas y sus propiedades. Categorías cartesianas cerradas. Lambda cálculo y categorías cartesianas cerradas. Definiciones alternativas de adjuntos. Adjuntos preservan límites. Mónadas a partir de adjunciones. Resolución de mónadas en adjunciones Producto de Monadas. Definiciones alternativas de mónadas.

## Evaluación

El alumno prepara un tema, su formalización y da una clase sobre el mismo a sus compañeros, respondiendo las preguntas de sus compañeros y del docente.

Resultado de Aprendizaje	Actividades/Modalidad de Enseñanza	Modalidad de Evaluación
RA1	Presentación final	Coloquio.
RA2	Presentación final	Entrega de formalización
RA3	Presentación final	Evaluación de la presentación

## Bibliografía básica

Autores (Apellido, Inicial nombre)	Año de edición	Título de la obra	Editorial o Revista	Ejemplares disponibles o sitio web
MacLane, S.	1998	Categories for the working Mathematician (2nd ed.)	Springer	1
Awodey, S.	2006	Category theory	Oxford University Press	1
Bird, R. , de Moor, O.	1997	Algebra of Programming.	Prentice Hall	1

**Bibliografía complementaria**

Autores (Apellido, Inicial nombre)	Año de edición	Título de la obra	Editorial o Revista	Ejemplares disponibles o sitio web
------------------------------------	----------------	-------------------	---------------------	------------------------------------

**Distribución de la carga horaria****Presenciales**

Teóricas				28 Hs.
Prácticas			Formación Experimental	
			Resolución de Problemas vinculados a la Profesión	
			Resolución de Problemas y Ejercicios	45 Hs.
			Actividades de Proyecto y Diseño	
			Formación en la Práctica Profesional	
Evaluaciones				2 Hs.
			<b>Total</b>	<b>75 Hs.</b>

**Dedicadas por el alumno fuera de clase**

			Preparación Teórica	5 Hs.
			Preparación Práctica	5 Hs.
			Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	10 Hs.
			<b>Total</b>	<b>20 Hs.</b>

**Cronograma de actividades**

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1, 2.1	Introducción a la materia, herramientas y entorno de trabajo	1
2	2.2	Lógica	2
3	2.3	Igualdad	3
4	2.4 , 2.5	Estructuras algebraicas e isomorfismos	4
5	3	Categorías	5
6	4.1 , 4.2	Funtores y su composición	6
7	4.3	Transformaciones naturales. Categorías de funtores	7
8	4.4	Universos en Agda polimorfismo de Universos	7
9	5.1, 5.2, 5.3	Objeto terminal y Productos	8
10	5.3	Coproductos y objeto inicial	9
11	5.4	Modelado de tipos de datos	9
12	6.1 , 6.2	Semántica de álgebra inicial	10
13	6.3 , 6.4	Modelado de tipos inductivos	10
14	4.5, 5.5	Presentaciones de trabajos finales	11
15	7	Presentaciones de trabajos finales	11