

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR		1	4
BAHIA BLANCA		ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA			
PROGRAMA DE:	Título: Computación, Sheaves y Geometrías Combinatorias	Curso / Seminario	
		Posgrado	

HORAS	PROFESOR RESPONSABLE
Teoría: 4 horas semanales (52 por cuatrimestre) Práctica: 2 horas semanales (26 por cuatrimestrel)	Rodrigo Iglesias
REQUISITOS PREVIOS Primeros dos años de la Licenciatura en Matemática o equivalente.	
DESCRIPCIÓN El curso es una introducción a los problemas fundamentales de la computación teórica, haciendo foco en cómo muchos de estos problemas se pueden reducir a problemas de tipo local-global propios de la geometría. Este tipo de formulación hace que el lenguaje natural para tales problemas sea el los sheaves, el cual ha resultado tan potente en geometría algebraica, teoría de números y física teórica. Por otro lado, veremos cómo las geometrías combinatoriales, también llamadas matroides simples y que surgen insistentemente en diversas ramas de la matemática, son las estructuras adecuadas para describir el espacio de soluciones de muchos de estos problemas computacionales.	
OBJETIVOS Hacer una introducción a la teoría de complejidad computacional y a los problemas fundamentales no resueltos. Hacer una introducción al lenguaje de las categorías y los sheaves. Formular varios de los problemas computacionales en términos de extensión de soluciones locales a soluciones globales y en el lenguaje general de presheaves y sheaves. Hacer una introducción a la teoría de matroides y geometrías combinatoriales. Mostrar cómo el ensamble de los conjuntos de soluciones de varios problemas combinatoriales claves en computación tiene una estructura natural de geometría combinatoria. Discutir las potenciales aplicaciones de este hecho.	
MOTIVACIÓN O FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO La motivación de este curso es tomar contacto con los problemas fundamentales de la computación teórica los cuales son usualmente expresados en términos de los conceptos de la teoría de complejidad computacional. Estos conceptos intentan capturar las esencias de problemas prácticos reales y reducirlas a problemas matemáticos, permitiendo así una clasificación de los problemas de acuerdo a cuán complicados son de resolver en la vida real. Notablemente, como mostraremos en el curso, este programa nos dirige naturalmente hacia conceptos que han sido fundamentales en varias ramas de la matemática pura, como es el caso de los sheaves.	
MECANISMO DE EVALUACIÓN	

AÑO								
-----	--	--	--	--	--	--	--	--

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR		2	4
BAHIA BLANCA		ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA			
PROGRAMA DE:	Título: Computación, Sheaves y Geometrías Combinatorias	Curso / Seminario	
		Posgrado	
Realización de ejercicios. Realización de una monografía sobre un tema a acordar una vez finalizado el curso.			
PROGRAMA			
Ejemplos de algoritmos y su análisis. Conectividad de nodos en grafos. Matching. Sistemas de ecuaciones lineales y polinomiales. Constrained Satisfaction Problems (CSP): caso arbóreo vs caso general. Tensores. Redes de tensores sobre semianillos conmutativos. Evaluación de redes de tensores. Complejidad computacional. Máquinas de Turing. Máquinas de Turing universales. Máquinas no determinísticas. Grafo de configuraciones de una máquina. Complejidad de tiempo y de espacio. Diagonalización. Teoremas de jerarquía. Reducción de un lenguaje a otro. Clases de complejidad. Problemas completos en una clase. Clases P y NP. Problemas NP-completos. El problema P vs NP. Computación paralela. Complejidad paralela del álgebra lineal. El modelo computacional de los circuitos. La clase NC. Comparación con las clases de espacio acotado. Teorema de Savitch. Problemas P-completos. El problema P vs NC. Complejidad del conteo de soluciones. La jerarquía polinomial PH. La clase #P. Problemas #P-completos. Comparación entre PH y #P : Teorema de Toda. Reducción de problemas #P-completos a la evaluación de redes de tensores. El problema NP vs #P. Computación probabilística. Testeo de identidad de polinomios. Paseos aleatorios en grafos. Testeo de primalidad. Cota de Chernoff. La clase BPP. El problema P vs BPP. Computación cuántica. Circuitos cuánticos. Algoritmo de Simon. Algoritmo de factorización de Shor. La clase BQP. Comparación de BQP con #P. Reducción a la evaluación de redes de tensores. El problema P vs BQP. Sheaves. Categorías. Functores. Transformaciones naturales. Presheaves. Subpresheaves y secciones locales. Sheaves. Presheaves que no son sheaves. Sheafificación. Presheaves y computación. El proceso de cómputo no determinístico como un CSP. Los CSPs como presheaves. Compatibilidad local vs global. Sistemas de ecuaciones lineales esparsos como presheaves. Geometrías combinatoriales. Sistemas de axiomas para matroides. Función de rango. Operador de clausura. El reticulado de los flats. Reticulados modulares, submodulares y geométricos. Strong maps y conexiones de Galois entre reticulados geométricos. La categoría de las geometrías combinatoriales. Estructura de las soluciones de CSPs. Análisis de funciones booleanas. Transformada de Fourier en el cubo de Boole. Cada conjunto de soluciones de un problema k-SAT visto como cada uno de los flats de una geometría finita de vectores.			

AÑO								
-----	--	--	--	--	--	--	--	--

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR		4	4
BAHIA BLANCA		ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA			
PROGRAMA DE:	Título: Computación, Sheaves y Geometrías Combinatorias	Curso / Seminario	
		Posgrado	
AÑO	PROFESOR RESPONSABLE	DIRECTOR DEPARTAMENTO	
2024			

AÑO								
-----	--	--	--	--	--	--	--	--