Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref. Expte. Nº 794/2021

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 31/05/21

VISTO:

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Computación, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Curso Intensivo sobre Geometría de la Información** para el año 2021,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,
lo actuado por la Comisión de Posgrado,
lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada en el día de la fecha,
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113º del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el nuevo curso de posgrado **Curso Intensivo sobre Geometría de la Información** de 15 horas de duración, que será dictado por la Dra Mariela Adelina Portesi con la colaboración de los Dres. Pedro Walter Lamberti, Steeve Zozor y Alejandro Díaz-Caro.

ARTÍCULO 2°: Aprobar el programa del curso de posgrado **Curso Intensivo sobre Geometría de la Información** para su dictado en julio de 2021.

ARTÍCULO 3°: Aprobar un puntaje máximo de medio (0,5) punto para la Carrera del Doctorado.

ARTÍCULO 4°: Disponer que de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 5º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN CD N.º 0757

Dr. JUAN CARLOS REBOREDA
DECANO

Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA

Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado – Res. CD2819/18 - ANEXO 1

Información académica

Año de presentación (*)
2021

1-a-

Departamento docente que inicia el trámite:
Departamento de Computación
Nombre del curso:
Curso Intensivo sobre Geometría de la Información
Nombre, Cargo y Título del docente responsable:
Mariela Adelina Portesi, Profesora Invitada, Doctora en Física de la Universidad Nacional de La Plata
En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma:
Geometría de la Información
Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*):
Pedro Walter Lamberti, Profesor Invitado, Doctor en Física de la Universidad Nacional de Córdoba Steeve Zozor, Profesor Invitado, Doctor de la Université de Grenoble, Francia. Alejandro Díaz-Caro. Doctor de la Université de Grenoble.
Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación:
Julio 2021 (ECI2021)

Duración:

Duración total en horas	15
Duración en semanas	1

Distribución carga

Número de horas de clases teóricas	10
Número de horas de clases de problemas	5
Número de horas de trabajos de laboratorio	--
Número de horas de trabajo de campo	--
Número de horas de seminarios	--

Forma de evaluación:
Examen individual domiciliario.
Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):
Modalidad virtual.

Puntaje propuesto para la carrera de doctorado:	0.5 puntos

Número de alumnos:	Mínimo: 5	Máximo: 50

Audiencia a quién está dirigido el curso:
Estudiantes de doctorado en Cs. de la Computación y especialidades afines.

Necesidades materiales del curso:
Sala de reuniones virtual.

1-b-

Programa analítico del curso con Bibliografía (puede adjuntarse en hojas separadas):
Uno de los objetivos del curso es la formación de estudiantes avanzados y graduados del ámbito de computación y ciencias informáticas en temas relacionados al área de la geometría de la información. Esta disciplina, que provee un nuevo marco de análisis relevante para una amplia variedad de dominios en las ciencias de la información, matemáticas y físicas, se ha originado en el estudio de la estructura geométrica de familias de distribuciones de probabilidad y se ha desarrollado en diferentes contextos. Durante el curso se introducirán los principales tópicos del formalismo y se discutirán algunas de las aplicaciones en diversas áreas como sistemas cuánticos, series temporales, codificación neuronal, entre otros de interés del alumnado. Programa del curso : 1) Introducción a la teoría de las probabilidades Concepto de probabilidad. Propiedades. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad. Momentos. Funciones generatrices: función generatriz de momentos, función característica, cumulantes. Algunos ejemplos de distribuciones de probabilidad. Teorema central del límite. Distribuciones multivariadas. 2) Elementos de teoría de la información Entropía como medida de información faltante. Entropía conjunta y condicional. Entropía relativa e información mutua. Relación entre entropía e información. Entropía de Shannon, entropías generalizadas. Divergencia de Jensen-Shannon, divergencias generalizadas. 3) Elementos de geometría diferencial Variedades. Espacio tangente. Operaciones entre vectores y tensores. Geometría Riemanniana. Tensor métrico. Conexiones. Curvatura. Transporte paralelo. Geodésicas. Nociones de geometría de Finsler. 4) Geometría de la información Modelos estadísticos. Estructura geométrica de los modelos estadísticos. Métrica de Fisher. Variedades afines. Conexiones duales. Divergencias como funciones de contraste. Caso de familias exponenciales. 5) Aplicaciones en neurociencias, ciencias físicas y otras - Geometría de la información para sistemas cuánticos. Distancia entre estados cuánticos y medidas de distinguibilidad entre estados. Estructura geométrica del espacio de estados cuánticos inducida por una divergencia cuántica.

-Código neuronal y teoría de la información. Información mutua. El cerebro no lineal y su dinámica. Medidas de Fisher y de complejidad de los ensambles neuronales. Aplicaciones: corteza cerebral, actividad espontánea, ruido interno,

transmisión de la información, plasticidad, y oscilaciones en el cerebro. Patrones de dinámica
espacio-temporal, principio de máxima entropía y saturación de la transmisión de la información. Sistemas dinámicos y neurociencia computacional.
- Tratamiento geométrico-informacional de sistemas dinámicos con comportamiento caótico.

Bibliografía sugerida:

- M. Portesi, F. Holik, P. W. Lamberti, G. M. Bosyk, G. Bellomo and S. Zozor, *Generalized entropies in quantum and classical statistical theories*, the European Physical Journal, Special Topics, vol. 227, no. 3-4, pp. 335-344, (2018)
  P. W. Lamberti, M. Portesi, S. Zozor. *Geometría e información*. (Editorial UNC, en redacción)
- S. Amari, *Information Geometry and its Applications*, Appl. Math. Sci. Vol.194 (Springer, Japan, 2016)
- S.Amari and H. Nagaoka, *Methods of Information Geometry*, Trans. Math. Monographs Vol. 191 (AMS and Oxford University Press, USA, 2000)
- T. M. Cover and J.A. Thomas, *Elements of Information Theory* (Wiley & Sons, NY, 1991)
- I. Bengtsson and K. Zyczkowski, *Geometry of Quantum States: An Introduction to Quantum Entanglement* (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2006)
- M. A. Nielsen and I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*
  (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2000)

Bibliografía extra:

- Nielsen, F. (2020). An elementary introduction to information geometry. Entropy, 22(10), 1100.
- Ito, S., & Dechant, A. (2020). Stochastic time evolution, information geometry, and the Cramér-Rao bound. Physical Review X, 10(2), 021056.
- Karakida, R., Akaho, S., & Amari, S. I. (2019). Universal statistics of fisher information in deep neural networks: Mean field approach. In The 22nd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (pp. 1032-1041). PMLR.
- Girolami, D. (2018). Information Geometry of Quantum Resources. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, 252(LA-UR-17-27861).

1-c-

Actividades prácticas propuestas (puede adjuntarse en hojas separadas):
El curso tiene una orientación teórico-práctica y se desarrollará con trabajos de ejercitación.

(*) Todos los cursos tendrán una validez de 5 años
(*)(*) Las actualizaciones de los docentes colaboradores son informados por la Dirección departamental al inicio de cada dictado del curso

Firma Subcomisión Doctorado	Firma del docente responsable

E-mail y teléfono del docente responsable

portesi@fisica.unlp.edu.ar
+54 (0221) 6443202
adiazcaro@icc.fcen.uba.ar
011 15 2889 1452

Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado - Res. CD2819/18 - ANEXO 2

Solicitud de Financiación

Año de presentación (*)
2021

Departamento docente que inicia el trámite:
Nombre del curso:
Nombre y Título del docente responsable:

Costo propuesto del curso por alumno (*):

Justificación del monto propuesto:

(*) Las excepciones aplicables para cada alumno serán consistentes con la reglamentación del Consejo Directivo que regula los aranceles y excepciones (Res. CD 484/13). El docente responsable del curso solicitará las excepciones por nota al consejo directivo a través de Mesa de Entradas.