

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

Año de presentación (\*)

2019

1-a-

<b>Departamento docente que inicia el tramite:</b>
Computación
<b>Nombre del curso:</b>
Redes Neuronales y Teoría Conexionista
<b>Nombre, Cargo y Título del docente responsable:</b>
Enrique Carlos Segura, Profesor Asociado Regular DE, Doctor en Matemáticas
<b>En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma:</b>
Redes Neuronales
<b>Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*):</b>
Variable en general según el cuatrimestre Primer cuatrimestre 2019: Rosana Matuk, Doctora en Ciencias de la Computación
<b>Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación:</b>
Primer Cuatrimestre de 2019

<b>Duración: un cuatrimestre</b>
----------------------------------

Duración total en horas	96
Duración en semanas	16

<b>Distribución carga horaria:</b>
------------------------------------

Número de horas de clases teóricas	48 (3x16)
Número de horas de clases de problemas	
Número de horas de trabajos de laboratorio	48 (3x16)
Número de horas de trabajo de campo	
Número de horas de seminarios	

<b>Forma de evaluación:</b>
- Trabajos prácticos con entrega de informe - Uno o dos exámenes parciales (*) - Examen final. (* dos parciales si hay muchos alumnos y el seguimiento personalizado por parte de los docentes se torna difícil o imposible; si el número es pequeño, puede alcanzar con un solo parcial
<b>Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):</b>
Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

<b>Puntaje propuesto para la carrera de doctorado: a determinar por la Comisión de Doctorado -se sugiere 4 (cuatro) puntos</b>	
--	--

<b>Número de alumnos:</b>	Mínimo: 15	Máximo: 40
---------------------------	------------	------------

<b>Audiencia a quien está dirigido el curso: estudiantes de doctorado o posgrado, graduados de</b>
--

carreras afines, investigadores, profesionales

**Necesidades materiales del curso:**

Bibliografía en papel y online.

Laboratorio de computación (con una computadora por alumno preferiblemente).

Computadora y proyector para el dictado de clases.

1-b-

## BREVE INTRODUCCIÓN AL TEMA DEL CURSO

El curso pretende dar una visión introductoria de los paradigmas de Redes Neuronales que más trascendencia han tenido en el desarrollo de la disciplina. Esta consiste, esencialmente, en un enfoque de problemas tales como el aprendizaje, la memoria y la inteligencia en general, desde el punto de vista de los mecanismos que se supone se hallan presentes en un sistema nervioso natural (v.g. el humano) y que lo proveen de esas facultades. Considerada en relación con su potencial tecnológico, se trata de un intento de desarrollar sistemas artificiales capaces de resolver problemas prácticos mediante la modelación de sistemas biológicos. Las redes neuronales artificiales representan un paradigma metodológico alternativo en el campo de las Ciencias Cognitivas. El objetivo es desarrollar sistemas computacionales capaces de realizar tareas intelectuales complejas, tales como la resolución de problemas, el reconocimiento y clasificación de patrones, procesos inductivos y deductivos. Además, se lograría el manejo de la incertidumbre, la ambigüedad, la suposición y la integración de información proveniente de diferentes y múltiples fuentes, lo cual es inalcanzable desde la actual informática. Esta limitación es intrínseca al modelo formal de procesamiento de la información a partir del cual se han venido construyendo las computadoras desde los años 40' a esta parte, modelo debido a Von Neumann y que consiste, en esencia, en la aplicación secuencial de un conjunto de transformaciones sobre los datos de entrada para producir la salida deseada. Dichas operaciones conforman un programa, son fijas y deben ser conocidas de antemano por el programador. Este esquema es abandonado desde la perspectiva conexionista o neuronal: las neuronas operan en forma paralela y no requieren sincronización de ningún tipo; por otro lado, poseen propiedades de autoorganización que les permiten actuar cooperativamente en la resolución de problemas sin necesidad de instrucciones precisas sobre los pasos a seguir, es decir que no requieren ser programadas, ya que pueden aprender a partir de su interacción con el entorno, modificando paulatinamente sus interconexiones. El sistema biológico de percepción de un insecto es miles de veces más flexible y poderoso que cualquier programa de computadora por extenso, robusto y potente que sea. Por eso se intenta comprender cómo las neuronas computan datos; es el primer paso para reconstruir artificialmente una red neuronal. Mucho más primitiva que el cerebro, dado que éste posee unos diez mil a cien mil millones de neuronas, y su replicación está hoy fuera del alcance de los científicos. Pero absolutamente revolucionaria en el ámbito del procesamiento de datos.

## SÍNTESIS DE CONTENIDOS

- Introducción (1 semana)
  - Inspiración biológica de las redes neuronales artificiales.
  - Neurona biológica vs. neurona artificial. El modelo de MacCulloch y Pitts.
  - El proceso de aprendizaje desde el punto de vista del conexionismo: algoritmos vs. paradigmas.
  - El paradigma conexionista en el contexto histórico (i.e frente a otros como el matemático, el lógico-operacional, el computacional, autómatas celulares).
  - Un poco de historia.
  - Nuevas tendencias: big data, data mining, redes neuronales profundas.
  - Aplicaciones de las redes neuronales artificiales.
  
- Aprendizaje supervisado (4 semanas)
  - El Perceptrón simple. Clasificación según la función de transferencia (escalón, lineal, no-lineal). La regla Delta de aprendizaje. Teorema de Rosenblatt. Propiedades y limitaciones. La regla de Hebb.
  - Perceptrones multicapa: capacidad de generalización. El gran salto en la

universalidad computacional. Teoremas (Funahasi, Grossberg).

- El método de Backpropagation y otras estrategias de aprendizaje.
  - Autoencoders, breve introducción.
  - Aplicaciones del Perceptrón.
- Aprendizaje no supervisado (4 semanas)
    - Aprendizaje Hebbiano no supervisado. Breve introducción al Análisis de Componentes Principales. Características: extracción vs. selección. Modelos de Oja y Sanger: propiedades, teoremas de convergencia.
    - Aprendizaje competitivo simple. Feature Extraction. Cuantización vectorial.
    - Mapas topológicamente organizados. Inspiración biológica: los trabajos del Hubel y Wiesel. Mapeo de características.
    - Modelo de Fritzke. Consideraciones sobre la construcción de arquitecturas.
    - Aplicaciones de los modelos de aprendizaje no supervisado.
  - Memorias asociativas (4 semanas)
    - Modelo de Hopfield. Propiedades, capacidad, limitaciones.
    - Inspiración física: el modelo ferromagnético.
    - Hopfield estocástico. La distribución de Boltzmann. Teoremas de equilibrio termodinámico.
    - Otras variantes del modelo de Hopfield: continuo, pseudoinversa, BAM.
    - Algunas aplicaciones.
  - Radial Basis Functions (RBF) (3 semanas)
    - Aproximación mediante representaciones locales.
    - Kernel smoothing: suavización mediante núcleos de regularización.
    - Una posible taxonomía: tipos de RBF.
    - La arquitectura.

Bibliografía básica

Anthony, M. y Bartlett, P.L.; "Neural Network Learning: Theoretical Foundations", Cambridge, Cambridge University Press, 2009

Dreyfus, G.; "Neural Networks. Methodology and applications", Berlin, Springer-Verlag, 2005

Hagan, M.T., Demuth, H.B. y Beale, M.H."Neural Network Design", M. Hagan, 2002

Haykin, S; "Neural Networks and Learning Machines", Upper Saddle River, Pearson–Prentice Hall, 2011

Haykin, S.; "Neural Networks, a Comprehensive Foundation", Upper Saddle River, Prentice Hall, 1999

Hertz, J. J., Krogh, A. y Palmer, R.; "Introduction to the Theory of Neural Computation", Redwood City, Addison-Wesley Publishing Company, 1991

Kruse, R., Borgelt, C., Klawonn, F., Moewes, C., Steinbrecher, M. y Held, P.; "Computational intelligence: a methodological introduction", Springer, 2013

Ripley, B. D.; "Pattern Recognition and Neural Networks", Cambridge University Press, 2007

Taylor, M.; "Neural Networks Math: a visual introduction for beginners", Blue Windmill Media, 2017 (nivel introductorio)

1-c-

Actividades prácticas propuestas (puede adjuntarse en hojas separadas):

3 (tres) trabajos prácticos consistentes en:

- i) implementación de los modelos estudiados en las clases teóricas, o bien variantes de los mismos propuestas por el alumno;
- ii) experimentación del comportamiento, dinámica y propiedades de dichos modelos;
- iii) extracción de conclusiones a partir de los principios teóricos estudiados y
- iv) preparación y entrega de un informe escrito con los resultados obtenidos.

(\*) 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  
[esegura@dc.uba.ar](mailto:esegura@dc.uba.ar), (54.11) 5285-7438/7439/7440

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

**Solicitud de Financiación**

Año de presentación (\*)

\_\_\_\_\_

Departamento docente que inicia el tramite:

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.

