



 *Coordinación de
Ciencias Computacionales*

Redes Neuronales Artificiales y algunas aplicaciones.

Dra. Pilar Gómez Gil

*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
(INAOE).*

*Coordinación de Ciencias Computacionales
Tonantzintla, Puebla.*

pgomez@inaoep.mx

ccc.inaoep.mx/~pgomez

La inteligencia Computacional

- Las redes neuronales artificiales forman parte del campo conocido como *Inteligencia Computacional*, el cual a su vez es parte de la *Inteligencia Artificial*.
- la **Inteligencia Computacional (IC)** tiene que ver con la teoría, diseño, desarrollo y aplicación de paradigmas de computación, que son biológica y lingüísticamente motivados.
- La **IC** Incluye a los sistemas conexionistas, algoritmos genéticos, programación evolutiva, **redes neuronales artificiales (RNA)**, sistemas difusos y sistemas híbridos inteligentes formados por todos los anteriores.

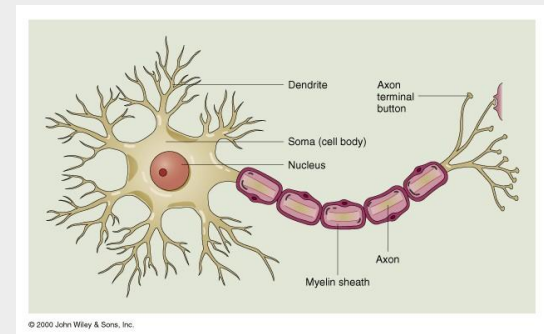
Características de la Computación Biológica



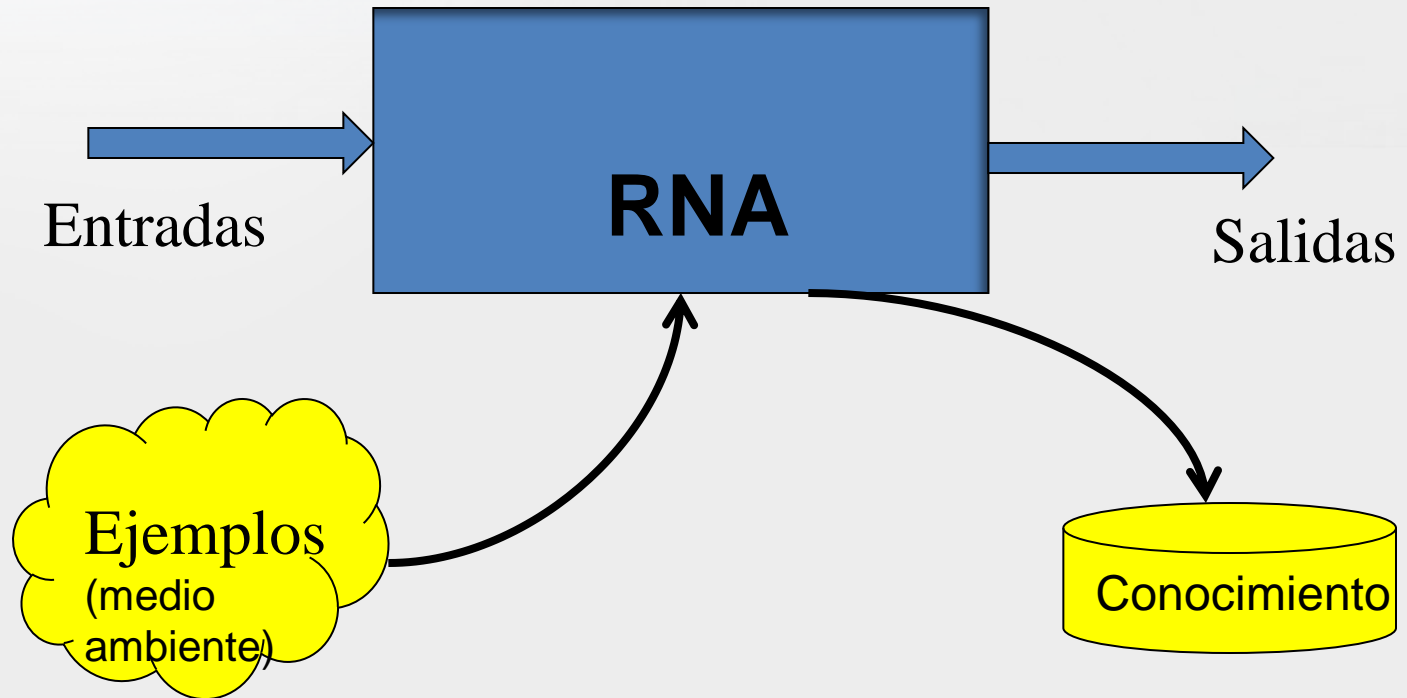
- Contiene mecanismos de percepción
- Es masivamente paralela y altamente interconectada
- Es tolerante al ruido en el medio ambiente y en sus componentes
- Tiene gran variabilidad y especialización en sus componentes.
- Es altamente adaptable al medio
- Es lenta y baja en precisión
- Presenta un desarrollo evolutivo continuo hacia sistemas más complejos

Redes Neuronales Artificiales (RNA)

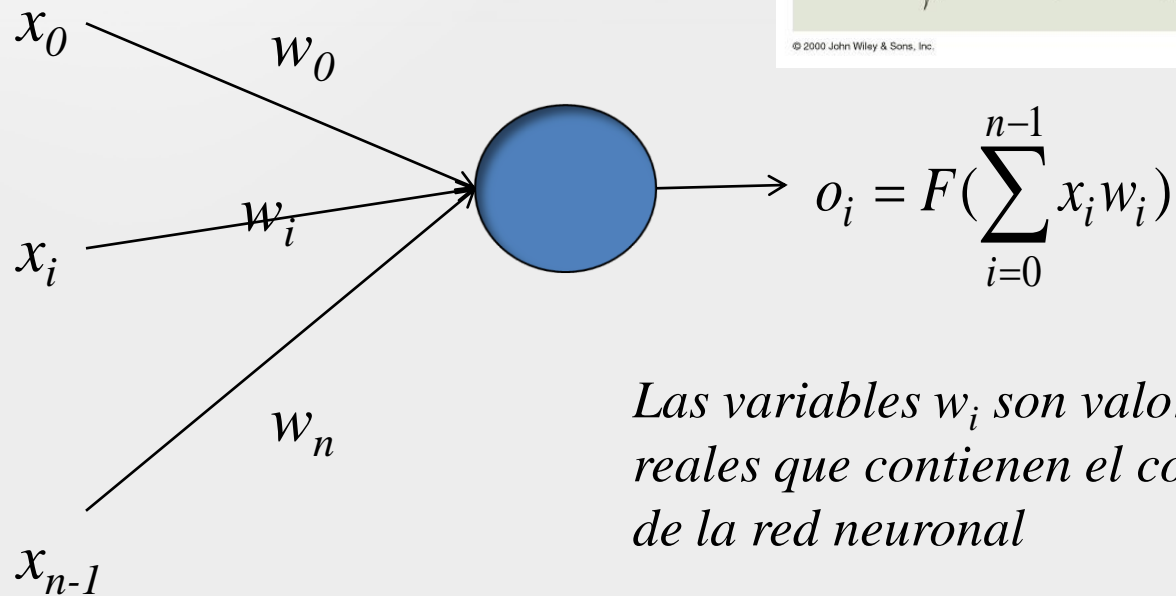
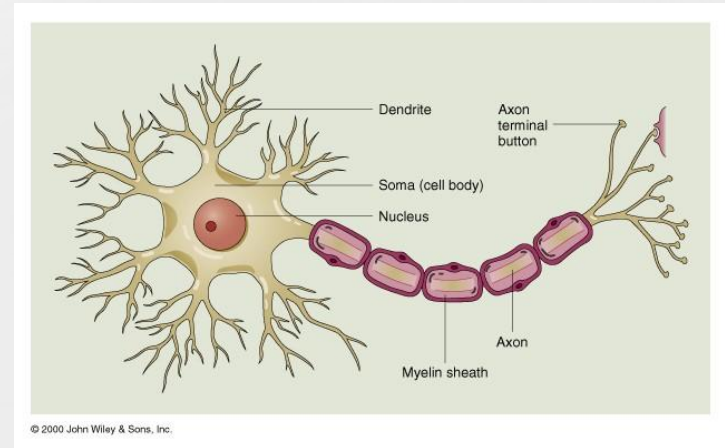
- Están inspiradas en la construcción del cerebro y las neuronas biológicas.
- Son **modelos matemáticos** capaces de adaptar su comportamiento en respuesta a ejemplos presentados por el medio ambiente, de manera supervisada o no supervisada (**aprendizaje basado en ejemplos**)



El Contexto de Redes Neuronales

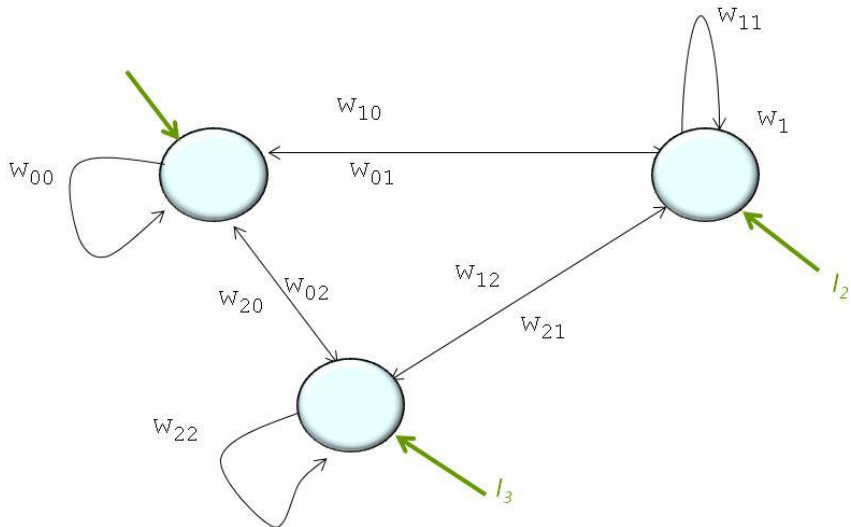
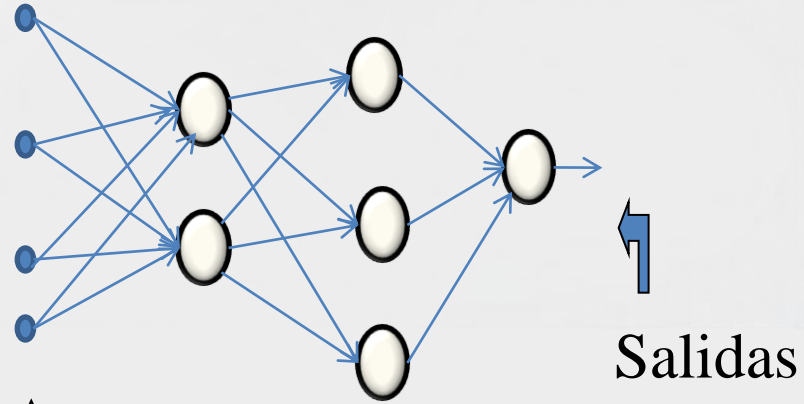
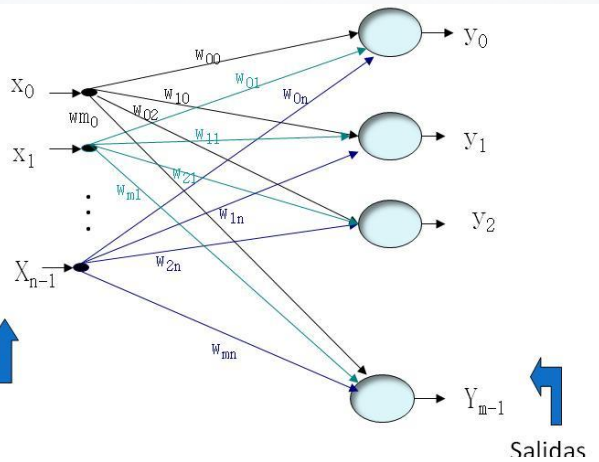


El componente fundamental: neurona



Las variables w_i son valores reales que contienen el conocimiento de la red neuronal

La conexión entre neuronas forma las RNA



Si tienes un problema donde...

- no conoces las reglas (ecuaciones) que gobiernan la solución que quieres implementar, pero...
- tienes una gran cantidad de datos que describen al problema y son ejemplos de su posible solución y
- dispones de tiempo para ajustar tu solución probando diferentes modelos ...

... es posible que las RNA puedan ayudarte a solucionarlo....

Tipos de problemas a resolverse con RNA

- Aproximación de funciones/regresión
- Clasificación/reconocimiento
- Agrupamiento de datos
- Predicción
- Selección de características
- Optimización

Un ejemplo de uso de RNA:

Aproximación de calificaciones crediticias

- Dentro del área financiera, las (RNA) han sido muy utilizadas (ejemplo: modelado del comportamiento del mercado cambiario y de mercados de capitales, evaluación de créditos e inversiones, simulación de problemas macroeconómicos, pronósticos de bancarrota y de calidad crediticia).
- Una calificación de crédito es una opinión acerca de la solidez financiera del ente que está siendo calificado.
- Estas calificaciones permiten estimar la probabilidad de que una organización no pueda cumplir con sus compromisos financieros, lo cual es muy útil para la administración de riesgos

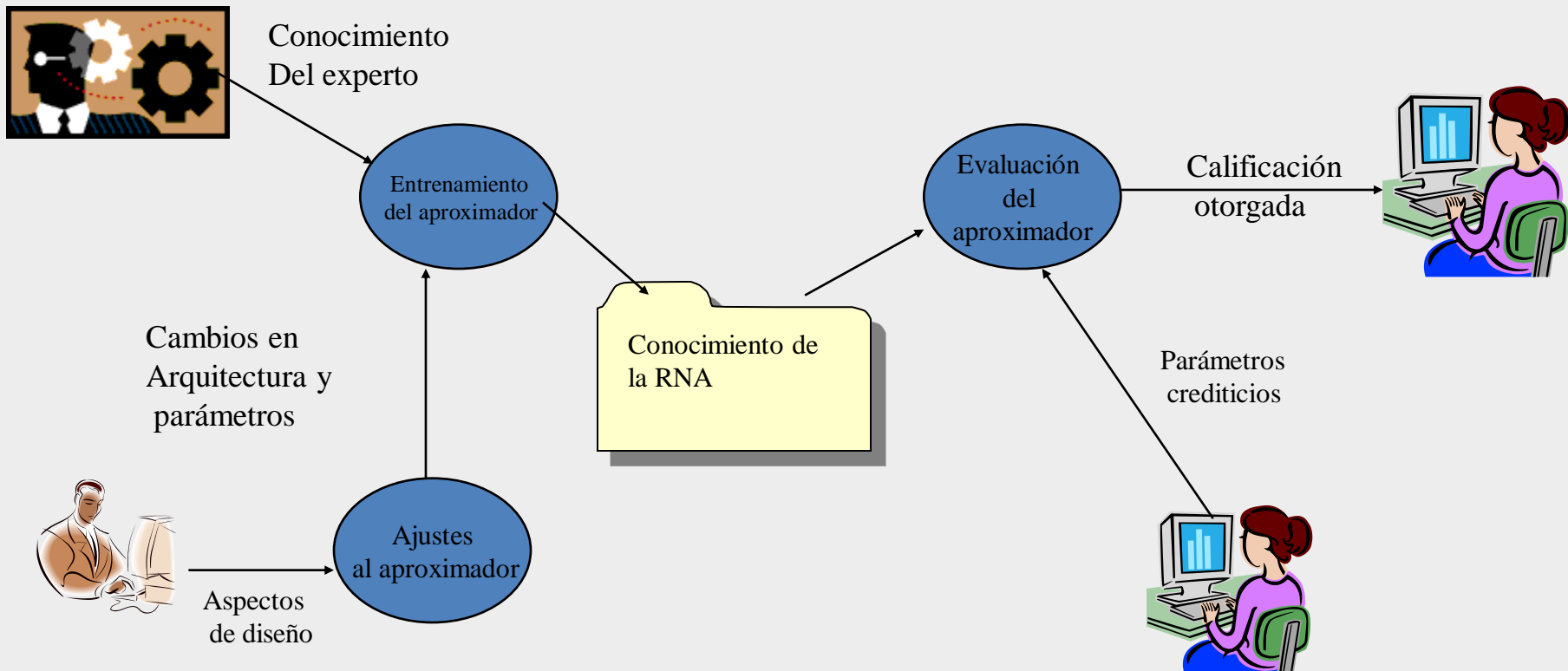
Rango de Calificaciones Crediticias

- Las calificaciones crediticias son otorgadas por una entidad evaluadora reconocida, en base a una serie de estudios realizados
- En México operan desde el 2001 las calificadoras *Standard & Poor's*, *Moodys* y *FitchRatings*.
- Las calificaciones crediticias son representadas a través de una escala de valores
- Por ejemplo, la escala de calificaciones que otorga la organización *FitchRatings* va desde "AAA," que representa la más alta calidad crediticia, hasta "E," que implica el peor caso, habiendo otras 19 posibilidades más entre estos valores extremos.

Scale	Category	Definition
AAA	1	Highest credit rating quality
AA ⁺ ^a	2	
AA	3	Very high credit rating quality
AA-	4	
A+	5	
A	6	High credit rating quality
A-	7	
BBB ⁺	8	
BBB	9	Fair credit rating quality
BBB-	10	
BB ⁺	11	
BB	12	Speculative
BB-	13	
B ⁺	14	
B	15	Highly speculative
B-	16	
CCC	17	High risk for non compliance
CC	18	Very high risk for non compliance
C	19	Highest risk for non compliance
D	20	Non compliance
E	21	Credit Rating Suspended

Estructura de un aproximador crediticio

[Mendoza y Gómez-Gil 2010]

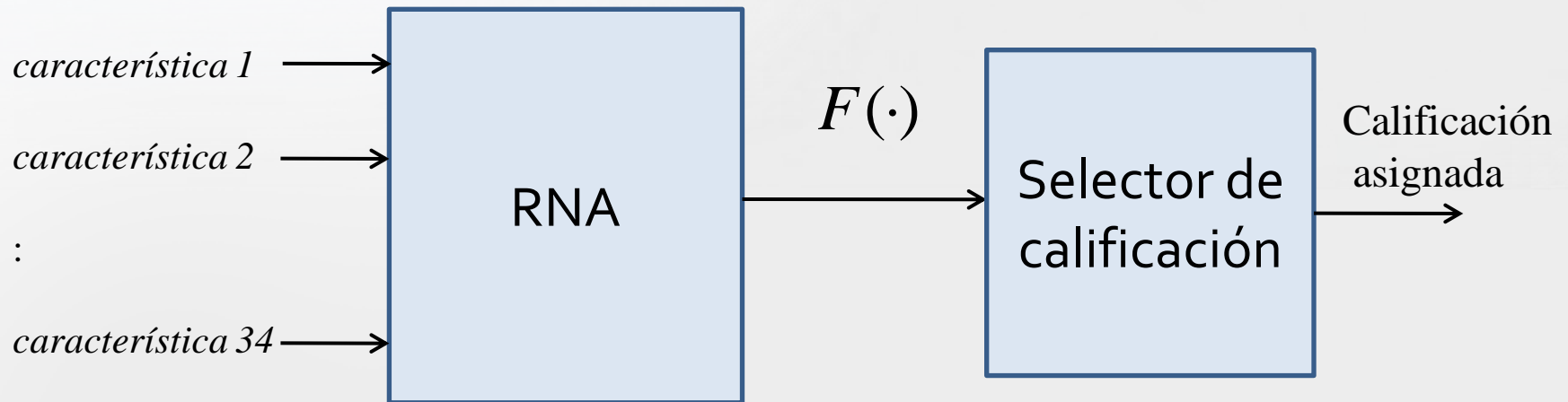


Algunas variables financieras descriptivas

Name	Definition	Detailed Information
<i>State Dimension</i>		
IT	Total Revenue	Own income + Federal Income
IFOS	Ordinary tax income	Own incomes (taxes, rights of use, products, etc.) + federal and State federal shares, (non including municipal transfers) + other federal incomes as (Federal contributions, Branch 33 y others)
GPRI	Primary expenditure	Current expenditure, transfers, investment expenditure and ADEFAS.
GCR	Current Expenditure	Millions of Pesos of 2006.
AHOIN	Internal Savings Federal	Total income minus primary expenditure
TRIB	Participations / Total Transfers	Share of federal taxes collected in the state (%)
<i>Income, Saving and Investment Generation</i>		
IEIT	Own incomes/Total incomes	Own incomes (taxes, right of use, products, etc.) + Federal Shares to States + Fund for State strengthening (F-IV branch 33)

[Mendoza y Gómez, 2011]

Estimación de la calificación crediticia



$$F(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{j=1}^h \alpha_j \tau\left(\sum_{i=1}^m w_{ji} x_i + b_j\right)$$

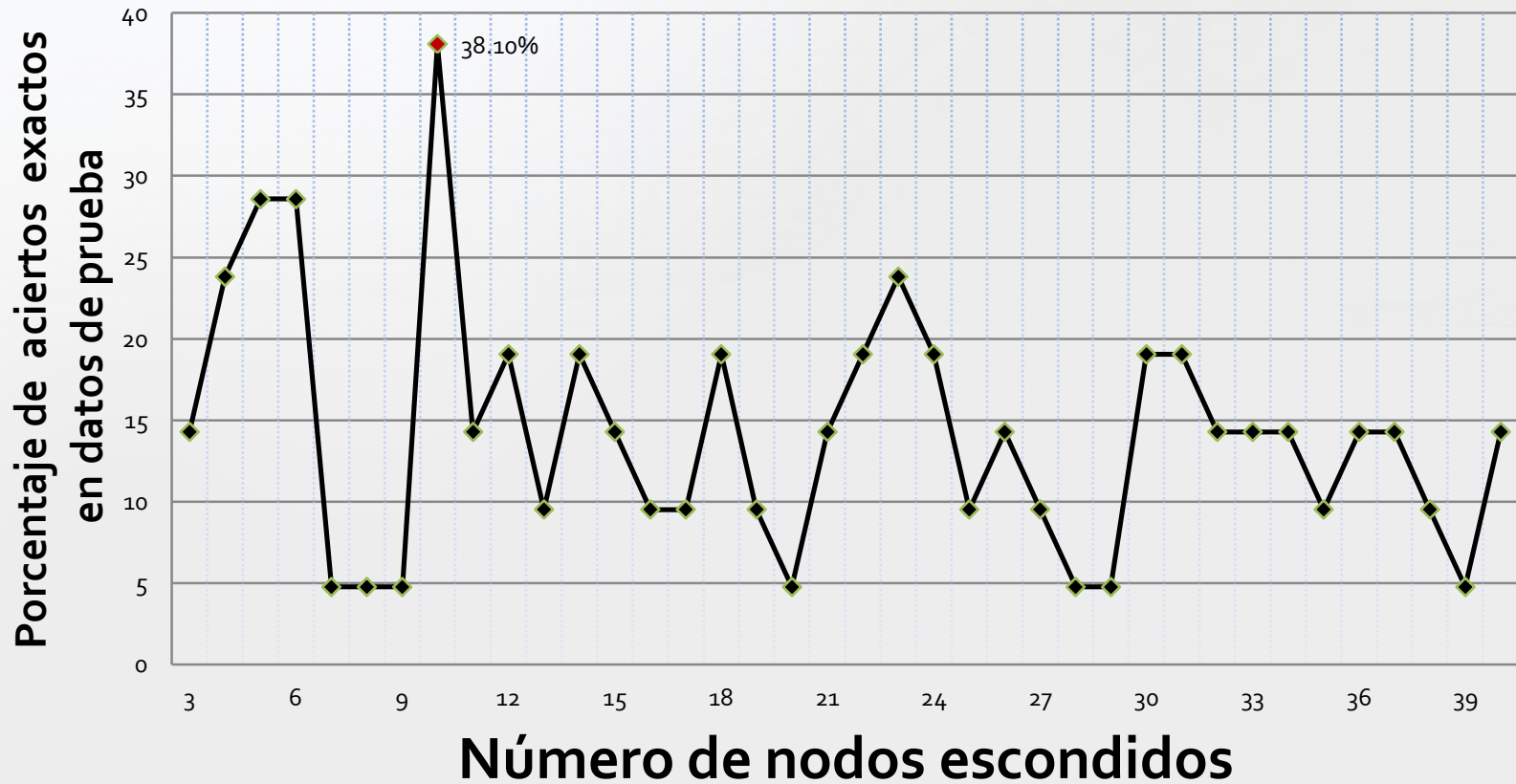
Desempeño de la asignación de calificaciones crediticias a estados de la Republica Mexicana

Criterio	Red	Análisis	Probit
	Neuronal*	Discriminante	Ordenado
%Aciertos en el conjunto de pruebas	38.10%	28.57%	28.57%
% Aciertos a una escala de distancia	61.90%	61.90%	47.62%
% Aciertos a dos escalas de distancia	71.43%	76.19%	9.5%
% Aciertos a tres escalas de distancia	76.19%	95.24%	9.5%

[Mendoza & Gómez 2010].

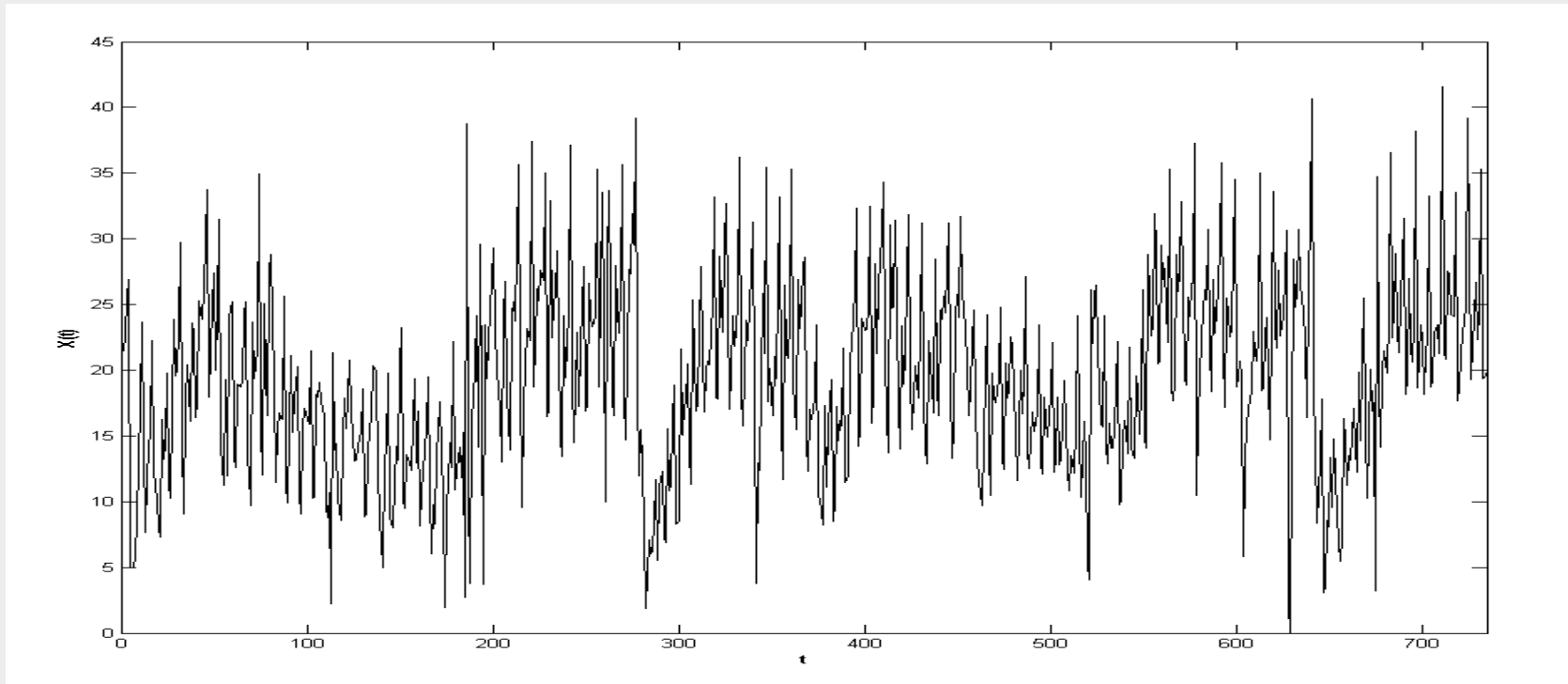
* RNA con 10 nodos escondidos

Ajuste del modelo: número de nodos escondidos



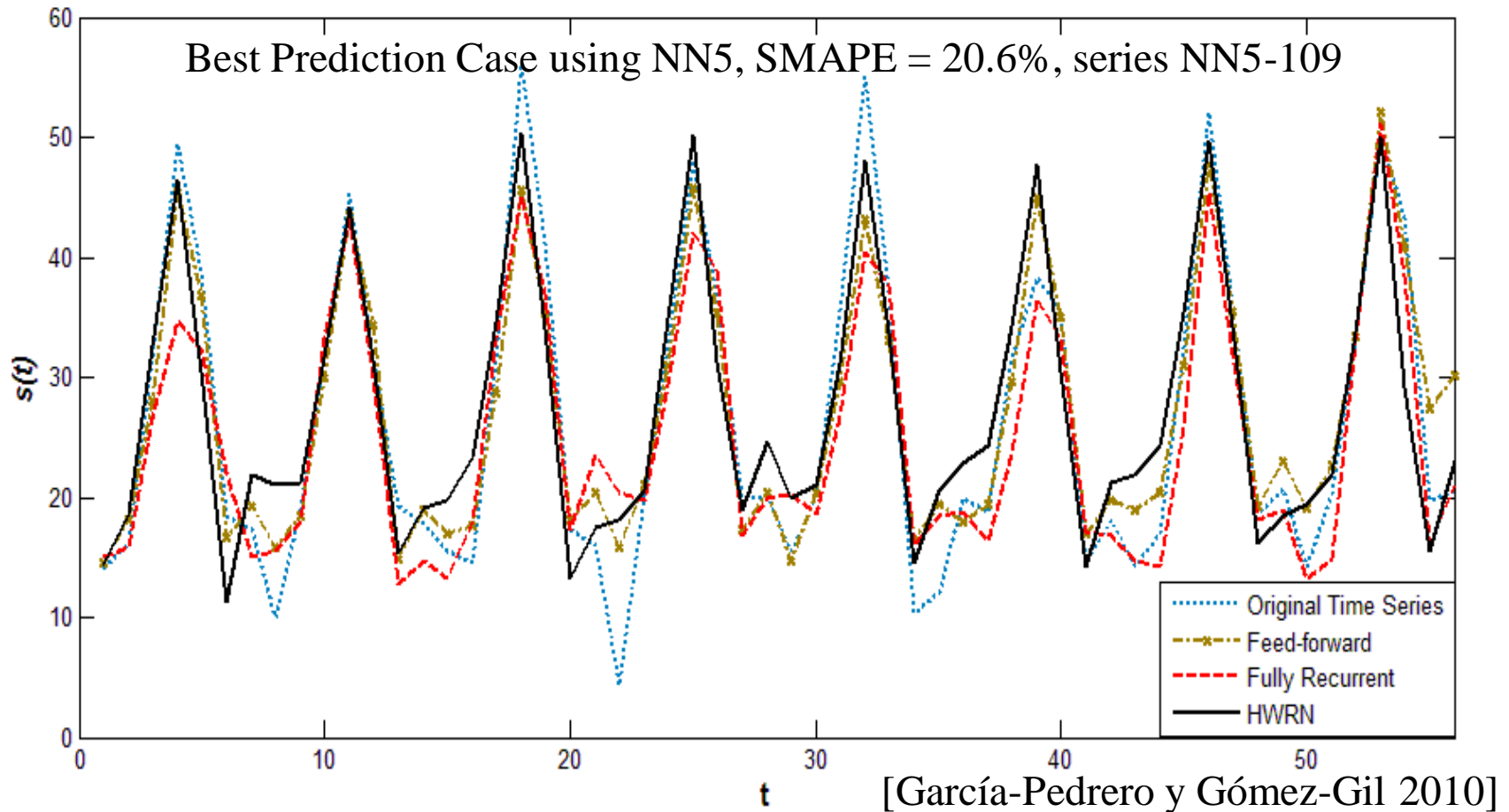
(Mendoza-Velázquez y Gómez-Gil 2010)

Un ejemplo de uso de RNA: predicción de una serie de tiempo financiera



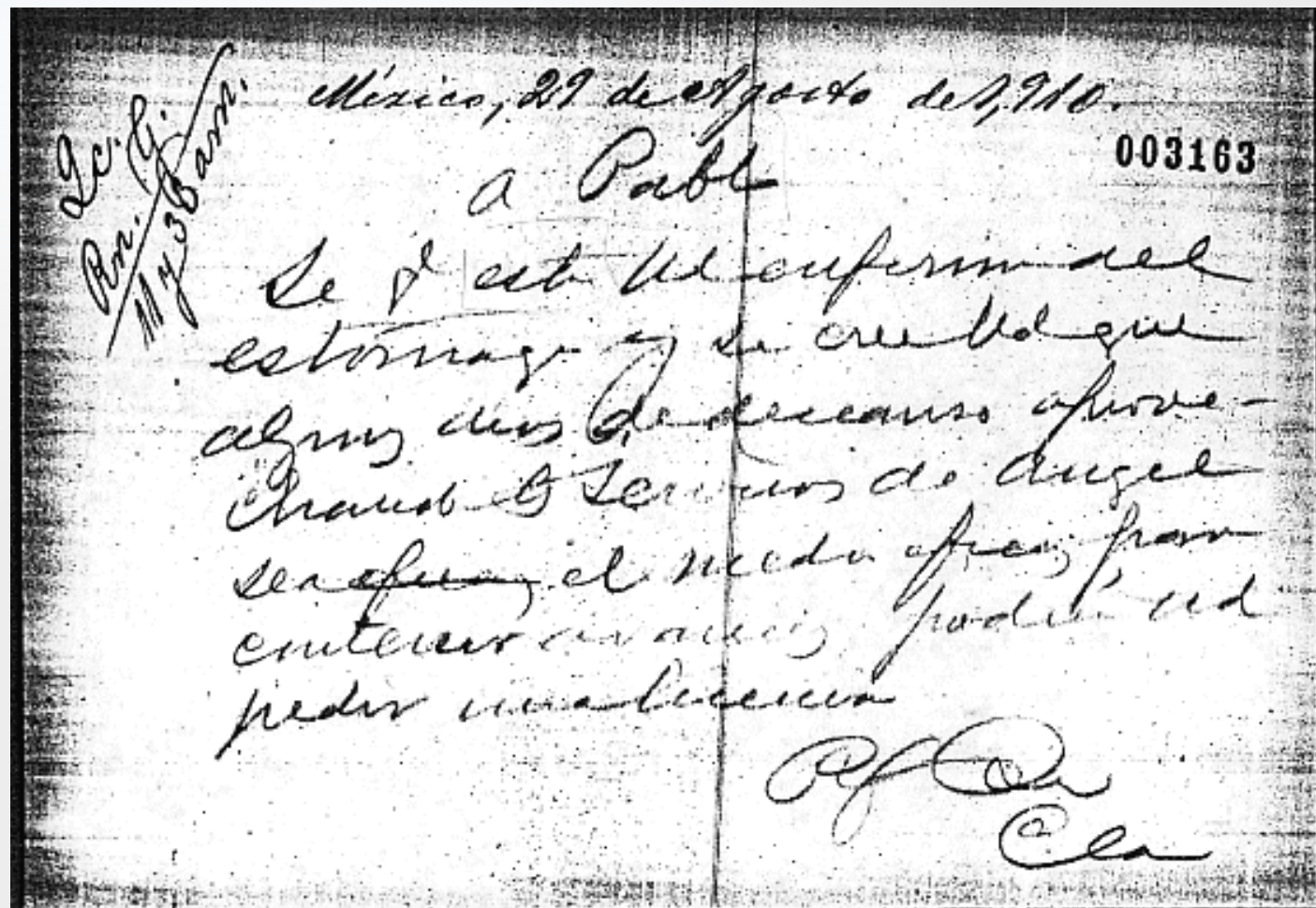
Serie NN5-001 [Crone 2008]

Mejor caso de predicción de la HWRN sobre series NN5



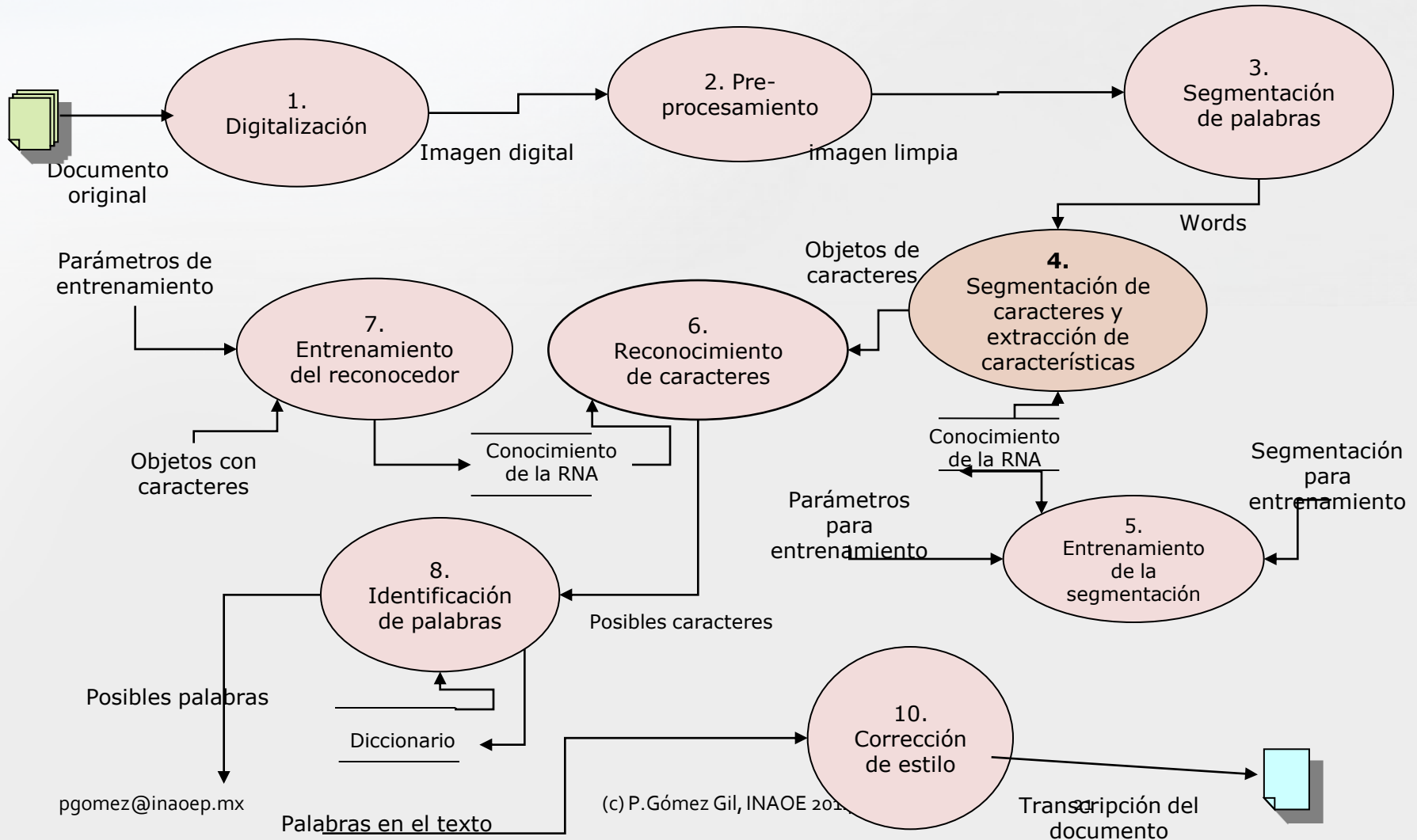
Un ejemplo de uso de RNA:

PRISCUS: Sistema de Reconocimiento automático de escritura manuscrita en documentos antiguos



...más en: <http://cpulabserver.inaoep.mx/~priscus/paginaPriscus/>

Diagrama de Procesos de Priscus



Conclusiones

- Las Redes Neuronales Artificiales son una rama de la Inteligencia Computacional que permite solucionar problemas donde otras herramientas han fallado
- Un problema es factible de ser solucionado usando RNA si hay una gran cantidad de datos que lo representan y no existen reglas de solución bien definidas conocidas
- En el INAOE contamos con varios proyectos de investigación en el área de RNA y otros modelos de Inteligencia Computacional

Referencias

- **2010.** Gómez-Gil P, Mendoza-Velázquez A. "[Redes Neuronales Artificiales para calificar la capacidad de crédito de entidades Mexicanas de Gobierno](#)". *Komputer- Sapiens* Año 2, Vol. 2 Junio-Diciembre 2010, pp. ISSN 2007-0691.
- **2009.** Mendoza-Velázquez A, Gómez-Gil P. "[Herramientas para el Pronóstico de la Calificación Crediticia de las Finanzas Publicas Estatales en México: Redes Neuronales Artificiales, Modelo Probit Ordenado y Análisis Discriminante](#)." Segundo lugar en la categoría de investigación del [Premio Nacional de la Bolsa Mexicana de Valores 2009](#)
- Stven F. Crone. (2008, Feb) Competition Instructions. [Online]. <http://www.neural-forecasting-competition.com/instructions.htm>
- **2010.** Gómez-Gil P, García-Pedrero A and Ramírez-Cortes JM. "[Composite Recurrent Neural Networks for Long-Term Prediction of Highly-Dynamic Time Series Supported by Wavelet Decomposition](#)", *Soft Computing for Intelligent Control and Mobile Robotics*, Vol. 318/2011, pp.253-268, Castillo O, Janusz K and Pedrycz W. Editors, Springer-Verlag. DOI:10.1007/978-3-642-15534-5_16. ([Preliminary PDF](#))
- **2001.** Gómez-Gil P, Linares-Perez S, Spinola-Tenorio C, Ramírez-Cortés M. "On the automatic digital storage of historical documents: Recognition of handwritten telegrams of Don Porfirio Diaz." *Proceedings of the Fifth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies*. 6, 7 & 8 September 2001. Osaka-Kyoiku University, Osaka, Japan.



*Coordinación de
Ciencias Computacionales*

www.inaoep.mx

Gracias por su atención!

pgomez@inaoep.mx
ccc.inaoep.mx/~pgomez

Esta presentación está disponible en:

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/conferences/PggOW14.pdf>

Apéndice

Algunos proyectos en que participo

1. Sistemas de aproximación de valores futuros en series de tiempo no estacionarias mediante modelos conexionistas recurrentes y análisis multi-resolución (proyecto CONACYT CB-2010) (finanzas, economía, clima etc.) (con PSIC)
2. Clasificación temporal de señales EEG con aplicación a interfaces cerebro-computadora (BCI, diagnóstico médico-epilepsia). (con PSIC)
3. Transporte inteligente(con CPU)
4. Priscus: Reconocimiento automático de escritura manuscrita en documentos antiguos (colaboración con Grecia)

1. Sobre proyecto predicción

“Sistemas de aproximación de valores futuros en series de tiempo no estacionarias mediante modelos conexionistas recurrentes y análisis multi-resolución” (proyecto CONACYT CB)

- Artículos descriptivos:
 - Gómez-Gil P, Ramírez-Cortés JM, Pomares Hernández SE, Alarcón-Aquino V. [“A Neural Network Scheme for Long-term Forecasting of Chaotic Time Series”](#) Neural Processing Letters. Vol.33, No. 3, June 2011. pp 215-233. Published online: March 8, 2011. DOI: 10.1007/s11063-011-9174-0 (cited at JCR Science Edition—2009). [\(preliminary PDF\)](#)
 - 2007. Gómez-Gil, P. [“Long Term Prediction, Chaos and Artificial Neural Networks. Where is the meeting point?”](#) Engineering Letters. Vo. 15, Number 1. August 2007. ISSN: 1816-0948 (online version), 1816-093X (printed version)

2. Sobre proyecto Epilepsia

- Clasificación temporal de señales EEG con aplicación a interfaces cerebro-computadora (BCI, diagnóstico médico-epilepsia). (PSIC)
- Artículos Relacionados:
 - Pilar Gómez-Gil, Ever Juárez-Guerra, Vicente Alarcón-Aquino, Manuel Ramírez-Cortés and José Rangel-Magdaleno "[Identification of Epilepsy Seizures Using Multi-resolution Analysis and Artificial Neural Networks](#)" O. Castillo et al. (eds.), Recent Advances on Hybrid Approaches for Designing. Intelligent Systems, Studies in Computational Intelligence 547, DOI: 10.1007/978-3-319-05170-3_23, Springer International Publishing Switzerland 2014
 - Juarez-Guerra E, Alarcon-Aquino V and Gomez-Gil P. "[Epilepsy Seizure Detection in EEG Signals Using Wavelet Transforms and Neural Networks.](#)" Proceedings of the Virtual International Joint Conferences on Computer, Information and Systems Sciences and Engineering (CISSE 2013). Dec. 12-14, 2013.

3. Sobre transporte inteligente

- Título: "Monitoreo del Tráfico Vehicular en Tiempo-Real para Semáforos Inteligentes basado en *Mobile Phone Sensing*"
Monitoreo del Tráfico Vehicular en Tiempo-Real para Semáforos Inteligentes basado en *Mobile Phone Sensing*"
- Objetivo: Diseñar una herramienta para el monitoreo vehicular en tiempo-real basado en información contextual a través de *mobile phone sensing*
- *Tesis relacionada*: "Diseño y desarrollo de un mecanismo eficiente de extracción de información contextual grupal orientado al monitoreo del nivel de tráfico vehicular haciendo uso de los sensores embebidos en teléfonos inteligentes"
Maestría en ciencias de la computación Miguel Ángel Valencia Serrano (Co-dirigida con el Dr. Saúl Pomares Hernández). INAOE, 2014

4. Sobre Priscus

<http://cpulabserver.inaoep.mx/~priscus/paginaPriscus/>

Artículos descriptivos:

- Luna-Pérez R, Gómez-Gil P. ["Unconstrained Handwritten Word Recognition Using a combination of Neural Networks."](#) Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010, WCECS 2010, 20-22 October, 2010, San Francisco, USA. pp 525 - 528. Eds. Ao SI, Douglas C, Grundfest WS, Burgstone J. International Association of Engineers. ISBN: 978-988-17012-0-6. ISSN: 2078-0958 (print) ISSN: 2078-0966 (online).
- Gómez-Gil P, De los Santos G, Ramirez-Cortés M. ["Feature maps for non-supervised classification of Low-uniform patterns of Handwritten Letters"](#) Lecture Notes in Computer Science 3287. Progress in Pattern Recognition, Image Analysis and Applications, pp.203-207. 2004.