



Redes neuronales artificiales: ¿qué son y por qué me serviría conocerlas?

Dra. Ma. del Pilar Gómez Gil
INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y
ELECTRÓNICA
Abril 2015

V: 2015-04-24

Esta presentación está disponible en:

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/conferences/PggUPA15.pdf>

Objetivo de la presentación

Motivar a la audiencia a conocer más sobre *Redes Neuronales Artificiales*, una herramienta de la inteligencia computacional con aplicaciones en diversos campos.

Contenido

- ▶ ¿Que es la inteligencia artificial y la inteligencia computacional?
- ▶ ¿Qué son las redes neuronales artificiales?
- ▶ Aplicaciones para clasificación
- ▶ Aplicaciones para predicción
- ▶ Conclusiones y perspectivas

EL INAOE



- ▶ Es un centro público de **investigación** localizado en Tonantzintla, Puebla México .
- ▶ Su **misión** es contribuir a la generación, avance y difusión del conocimiento para el desarrollo del país y de la humanidad.
- ▶ Identifica y busca la solución de **problemas científicos y tecnológicos**
- ▶ Participa en la formación de **especialistas** en las áreas de Astrofísica, Óptica, Electrónica, **Ciencias Computacionales** y áreas afines.

Página principal INAOE

<http://www.inaoep.mx/>

Inicio | Directorio | Contacto | Mapa del Sitio | RSS | English | Versión Móvil

 INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

inaoe.edu.mx [ir](#) 

Astrofísica Ciencias Computacionales Electrónica Óptica Posgrados Misión y Visión Historia Ubicación Transparencia

 Baños de Ciencia y Lectura en la Casa del Puente en San Pedro Cholula

NOTICIAS

- [Ciclo de conferencias "Luz cósmica en la Casa del Puente"](#)
- [Baños de Ciencia y Lectura en la Casa del Puente en San Pedro Cholula](#)
- [Buscan pronosticar la producción en parques eólicos y predecir mercados](#)
- [IV Reunión de Estudiantes de Astronomía](#)

PROYECTOS

-  [Gran Telescopio Milimétrico Alfonso](#)

INAOE

- [Visitas al INAOE](#)
- [Divulgación Científica para Niños y Jóvenes](#)

EVENTOS

- [Seminario Institucional: El debate reciente sobre los salarios mínimos, ¿deben y pueden aumentarse?](#)

Grandes Proyectos del INAOE: HAWC y GTM



HAWC: The High Altitude Water Cherenkov
Gamma-Ray Observatory

<http://www.hawc-observatory.org/>

Foto disponible en:

<http://physics.ua.edu/astroparticle/images/hawc.jpg>



GTM: Gran Telescopio Milimétrico

<http://www.lmtgtm.org/>

Foto disponible en:

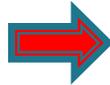
http://mexdesc.impresionesaerea.netdna-cdn.com/images/notas/telescopio_milimetrico_puebla.jpg



La Coordinación en Ciencias Computacionales (CCC)

- ▶ Cuenta con 23 investigadores de tiempo completo
- ▶ Es uno de los grupos más importantes de computación en el país
- ▶ Participan activamente post-doctorados y asistentes de investigación
- ▶ Casi todos los investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Algunos de nosotros...



Página principal de la CCC

<http://ccc.inaoep.mx/>

[Inicio](#) | [Directorio](#) | [Contacto](#) | [Mapa del Sitio](#) | [RSS](#) | [English](#) | [Versión Móvil](#)



INSTITUTO
NACIONAL DE
ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y
ELECTRÓNICA

inaoe.edu.mx



[Astrofísica](#) [Ciencias Computacionales](#) [Electrónica](#) [Óptica](#) [Posgrados](#) [Misión y Visión](#) [Historia](#) [Ubicación](#) [Transparencia](#)

INAOE | CIENCIAS COMPUTACIONALES

Asignar puntaje: ★★★★★ Imprimir Enviar a un amigo

CIENCIAS COMPUTACIONALES



 *Coordinación de
Ciencias Computacionales*

Bienvenidos a la página de la Coordinación de Ciencias Computacionales (CCC) del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).

CIENCIAS COMPUTACIONALES

- ▶ [DIRECTORIO DE INVESTIGADORES Y PERSONAL](#)
- ▶ [LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN](#)
- ▶ [PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN](#)
- ▶ [LABORATORIOS](#)
- ▶ [POSGRADO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES](#)
- ▶ [DIRECTORIO DE ESTUDIANTES](#)
- ▶ [PUBLICACIONES](#)

MULTIMEDIA

- ▶ [GALERIA DE FOTOS](#)

NOTICIAS

Laboratorios / líneas de investigación

1. **Aprendizaje y Reconocimiento de Patrones**
2. **Cómputo y Procesamiento Ubicuo**
3. **Cómputo Reconfigurable y de Alto Desempeño**
4. **Procesamiento de Bio-Señales y Computación Médica**
5. **Robótica**
6. **Tecnologías de Lenguaje**
7. **Visión Computacional**

(en “negrita” están los laboratorios donde participamos nosotros)

Página de las Líneas de investigación de la CCC

<http://ccc.inaoep.mx/grupos>

[Inicio](#) | [Directorio](#) | [Contacto](#) | [Mapa del Sitio](#) | [RSS](#) | [English](#) | [Versión Móvil](#)



INSTITUTO
NACIONAL DE
ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y
ELECTRÓNICA

inaoe.edu.mx



[Astrofísica](#) [Ciencias Computacionales](#) [Electrónica](#) [Óptica](#) [Posgrados](#) [Misión y Visión](#) [Historia](#) [Ubicación](#) [Transparencia](#)

INAOE | CIENCIAS COMPUTACIONALES | LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Asignar puntaje: ★★★★★ Imprimir Enviar a un amigo

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- [Aprendizaje Computacional y Reconocimiento de Patrones](#)
- [Cómputo Reconfigurable y de Alto Rendimiento](#)
- [Cómputo y Procesamiento Ubicuo](#)
- [Procesamiento de Bioseñales y Computación Médica](#)
- [Robótica](#)
- [Tecnologías del Lenguaje](#)
- [Visión por Computadora](#)

Facebook

Twitter

Gmail

StumbleUpon

Tumblr

Pinterest

Google

Más... (290)

Ingresar

AddThis

Privacidad

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- ▶ APRENDIZAJE COMPUTACIONAL Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES
- ▶ CÓMPUTO RECONFIGURABLE Y DE ALTO RENDIMIENTO
- ▶ CÓMPUTO Y PROCESAMIENTO UBICUO
- ▶ PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES Y COMPUTACIÓN MÉDICA
- ▶ ROBÓTICA
- ▶ LABTL
- ▶ VISIÓN POR COMPUTADORA

MULTIMEDIA

- ▶ GALERIA DE FOTOS

Mi página...

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez>

**INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y ELECTRÓNICA**

*Coordinación de
Ciencias Computacionales*

Dra. María del Pilar Gómez Gil

- ▶ **Página principal**
- ▶ **Publications & Conferences (English)**
- ▶ **Cursos y Tutoriales**
- ▶ **Projects (English)**
- ▶ **Tesis dirigidas**
- ▶ **Interesado(a) en posgrado?**
- ▶ **Interesada(o) en residencias?**
- ▶ **Semblanza profesional**

Investigadora Titular (Researcher)

Consulta aquí propuestas de tesis de Maestría

I am interested in basic and applied research in artificial neural networks and other learning machines, when used for temporal classification and prediction. Our research group currently works in projects that tackle problems related to **Brain Computer Interfaces**, forecasting for



(c) P. Gomez-Gil 2011

¿QUÉ ES APRENDIZAJE AUTOMÁTICO E INTELIGENCIA COMPUTACIONAL?

Aprendizaje automático

- ▶ Es el proceso por el cual una computadora puede generar automáticamente programas, a partir de datos.
- ▶ Se utiliza fuertemente en ciencias de la computación y en otros campos.
- ▶ El proceso de aprendizaje automático requiere de una adecuada representación de datos, procesos efectivos de evaluación y de optimización.
- ▶ Estos algoritmos son base para la inteligencia computacional.

(Domingos 2012)

Inteligencia Computacional

- ▶ Es el conjunto de paradigmas y métodos, inspirados en la naturaleza, para la solución de problemas complejos, donde los métodos tradicionales no son efectivos o no pueden aplicarse
- ▶ Cubre principalmente las áreas de Redes Neuronales, Computación Evolutiva y Lógica Difusa. También incluye inteligencia de enjambres, sistemas artificiales y otros campos de Aprendizaje de Máquina
- ▶ Los algoritmos usados en inteligencia computacional son muy diferentes a los “convencionales”

La Computación “Convencional”

1. Desarrollo de una formulación matemática.
2. Desarrollo de un algoritmo para implementar la solución matemática.
3. Codificación del algoritmo en un lenguaje específico.
4. Ejecución del código.

(Gómez-Gil, 2011)

Éxitos y fracasos de la Computación “convencional”

EXITOS	FRACASOS
Muy eficiente en la solución a problemas matemáticos y de simulación.	Muy ineficiente resolviendo problemas de reconocimiento.
Muy eficiente realizando tareas repetitivas y bien definidas.	Muy ineficiente con adaptación y aprendizaje.
	Muy ineficiente con problemas de percepción.

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.

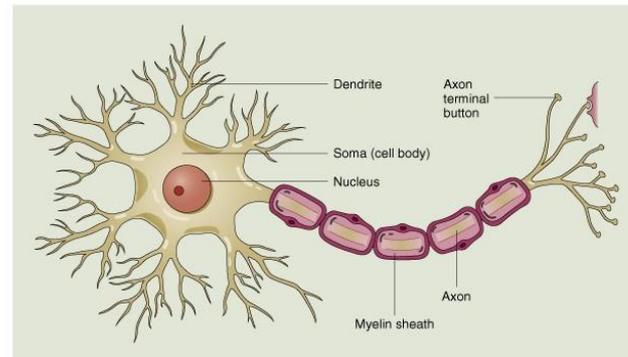




Las Redes Neuronales Artificiales (RNA)

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**).



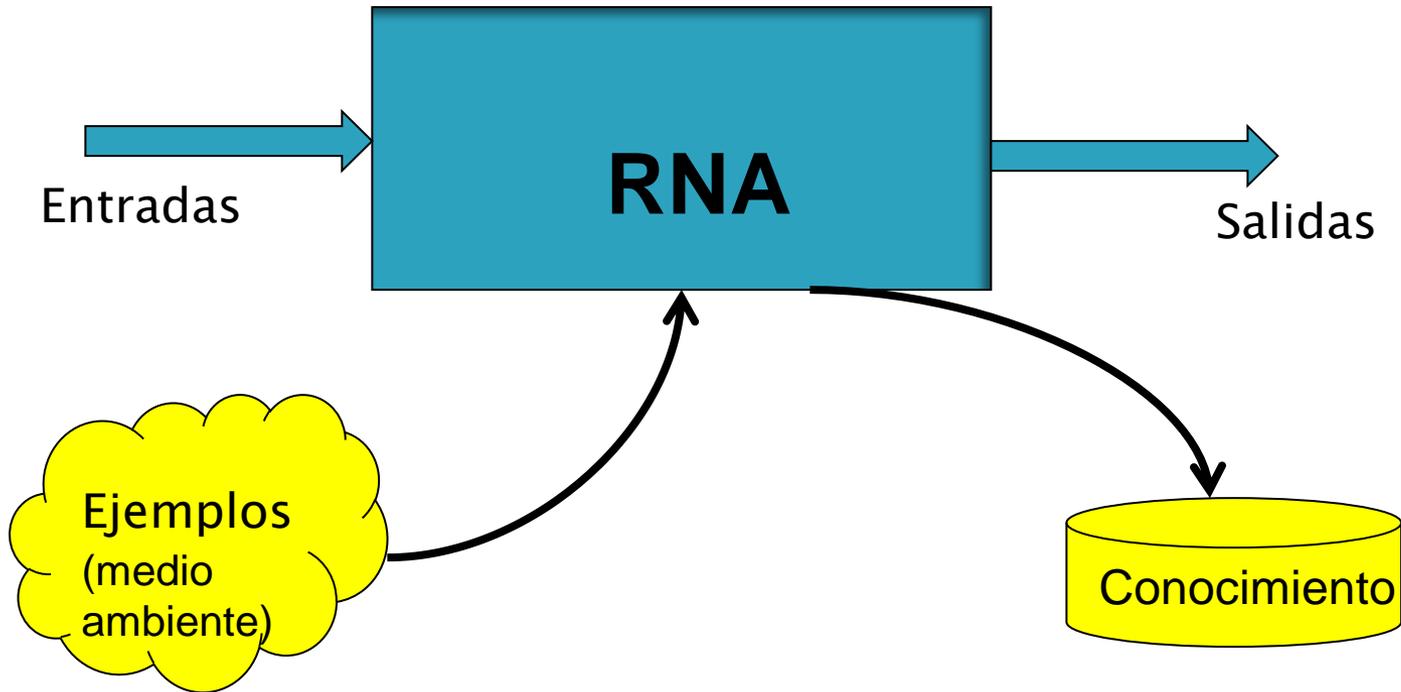
© 2000 John Wiley & Sons, Inc.

El cerebro y las RNA

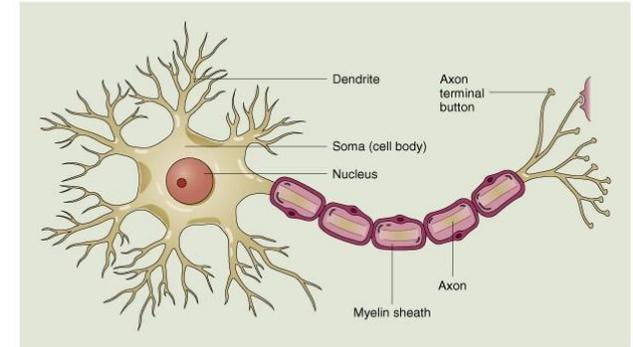
- ▶ Una red neuronal artificial se parece al cerebro en dos aspectos:
 1. Adquiere el conocimiento del medio ambiente, a través de un proceso de aprendizaje
 2. La fuerza de conexión entre los neurones, generada por medio de números llamados pesos sinápticos, se utiliza para almacenar el conocimiento adquirido.

(Haykin 2009)

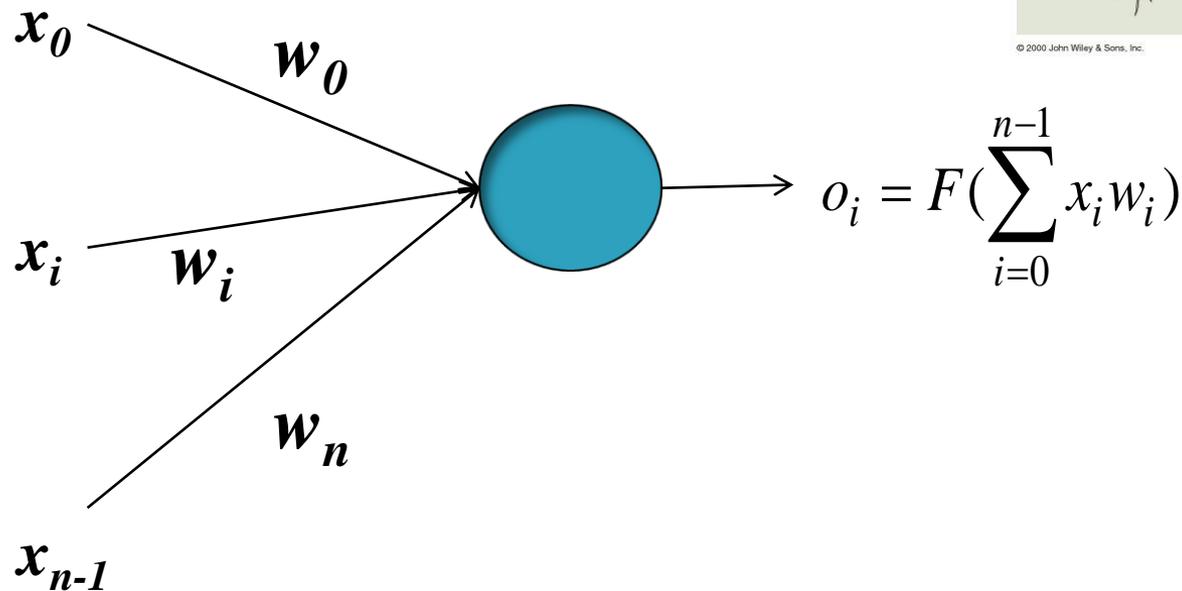
El Contexto de RNA



El componente fundamental de RNA: neurona

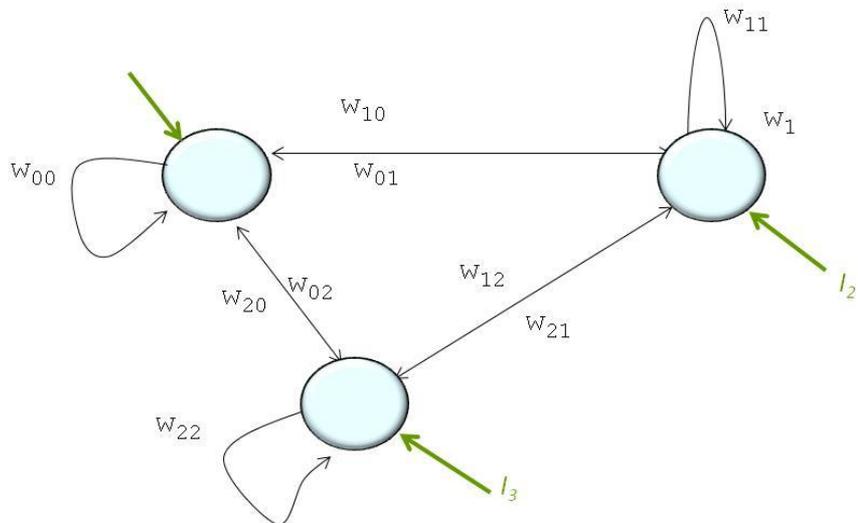
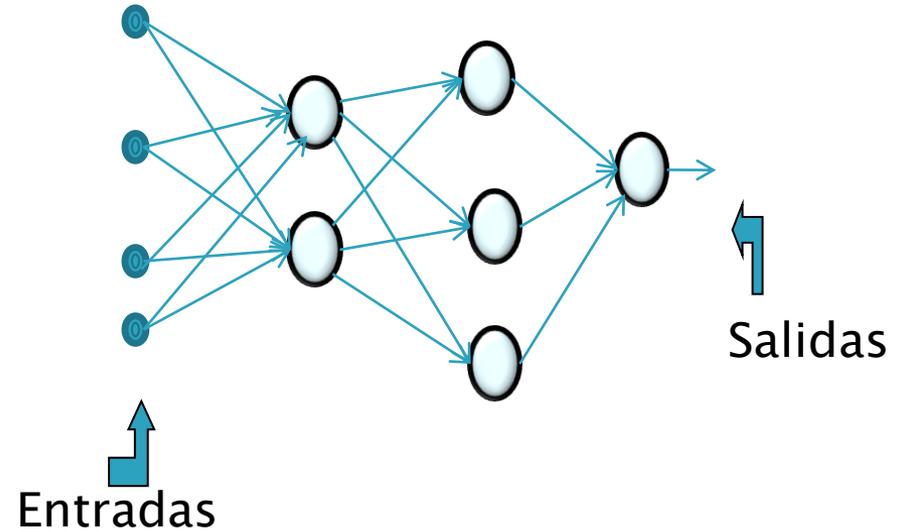
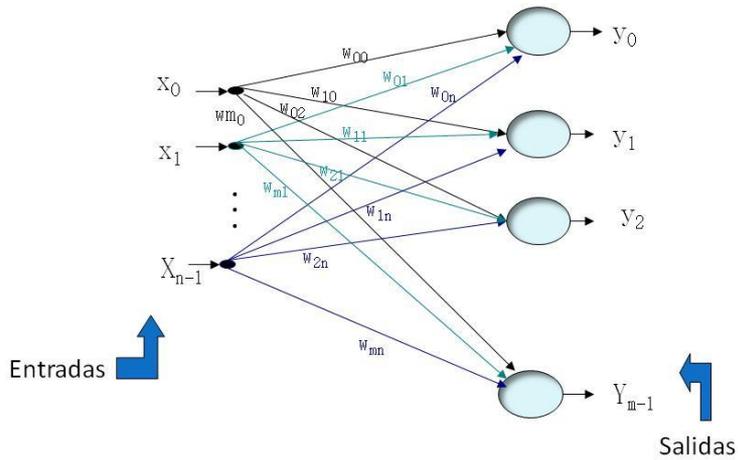


© 2000 John Wiley & Sons, Inc.



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

La conexión entre neuronas forma las RNA



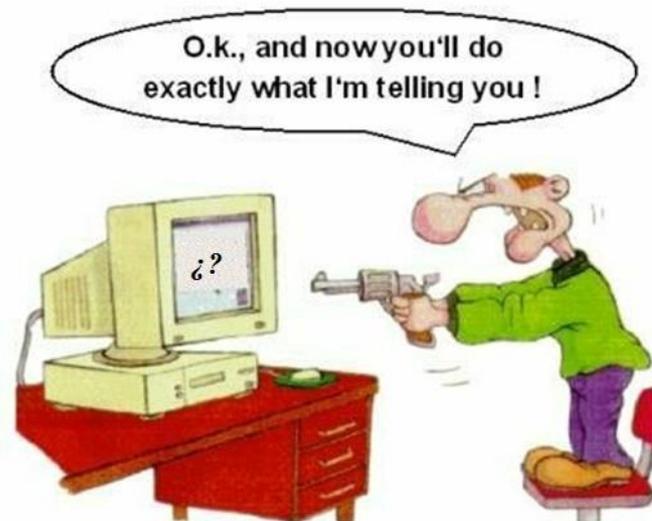
Aplicaciones de RNA

- ▶ Aproximación de Funciones
- ▶ Pronóstico
- ▶ Clasificación
- ▶ Optimización
- ▶ Control
- ▶ Procesamiento de lenguaje
- ▶ Muchas mas!

Soluciones usando RNA



- ▶ Sabes que las RNA de pueden ayudar a resolver un problema si:
 1. Las reglas de solución de ese problema no estas explícitamente definidas,
 2. Hay suficientes ejemplos que muestran “la solución” de dicho problema



RNA para clasificación

Ejemplos de clasificación..



Reconocimiento de voz en celulares

Imagen tomada de:

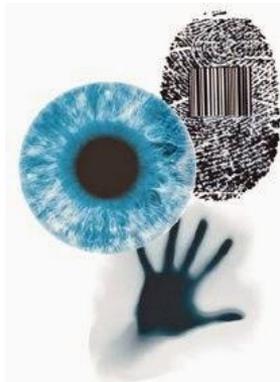
<https://www.apple.com/es/iphone-6/>

Biometría,

imagen tomada de:

[https://lh5.googleusercontent.com/-](https://lh5.googleusercontent.com/-ApSjAC041b8/VCat8KJ2_pl/AAAAAAAAAb4/cGAoaBjD4cw/w800-h800/Biometria.jpg)

[ApSjAC041b8/VCat8KJ2_pl/AAAAAAAAAb4/cGAoaBjD4cw/w800-h800/Biometria.jpg](https://lh5.googleusercontent.com/-ApSjAC041b8/VCat8KJ2_pl/AAAAAAAAAb4/cGAoaBjD4cw/w800-h800/Biometria.jpg)

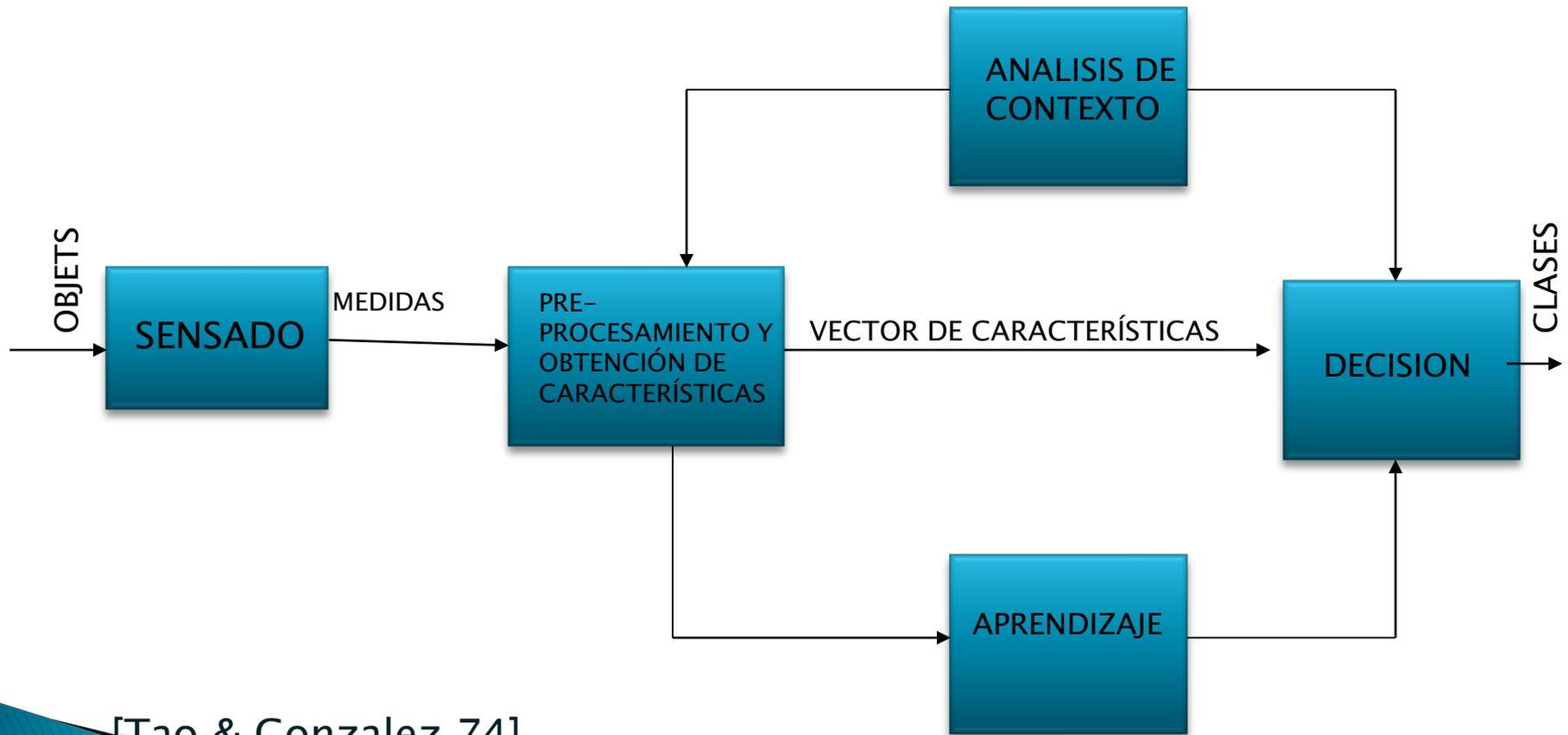


Fraudes informáticos

Imagen tomada de:

<https://aleliz.files.wordpress.com/2010/12/hacker3.jpg>

Un clasificador adaptivo

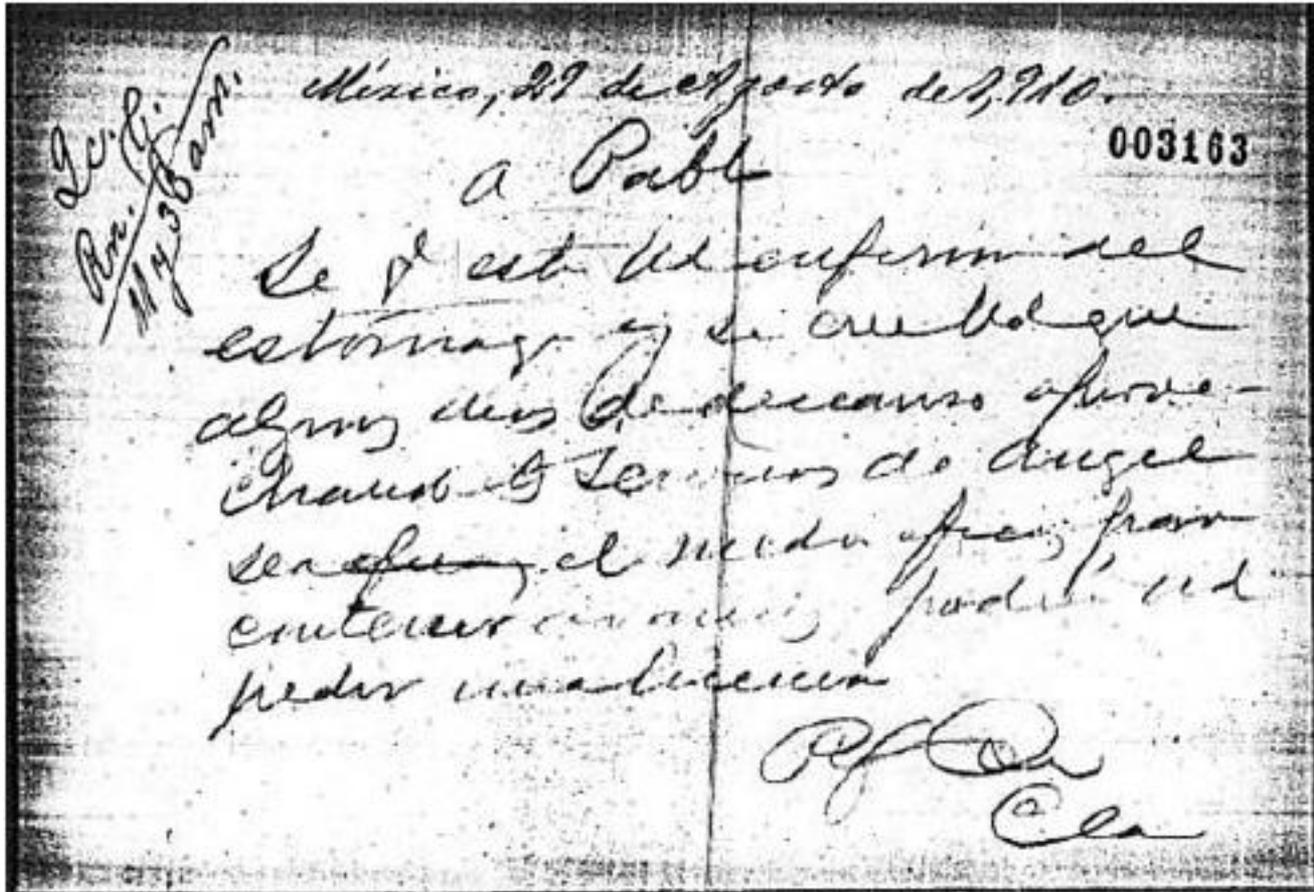


[Tao & Gonzalez 74]

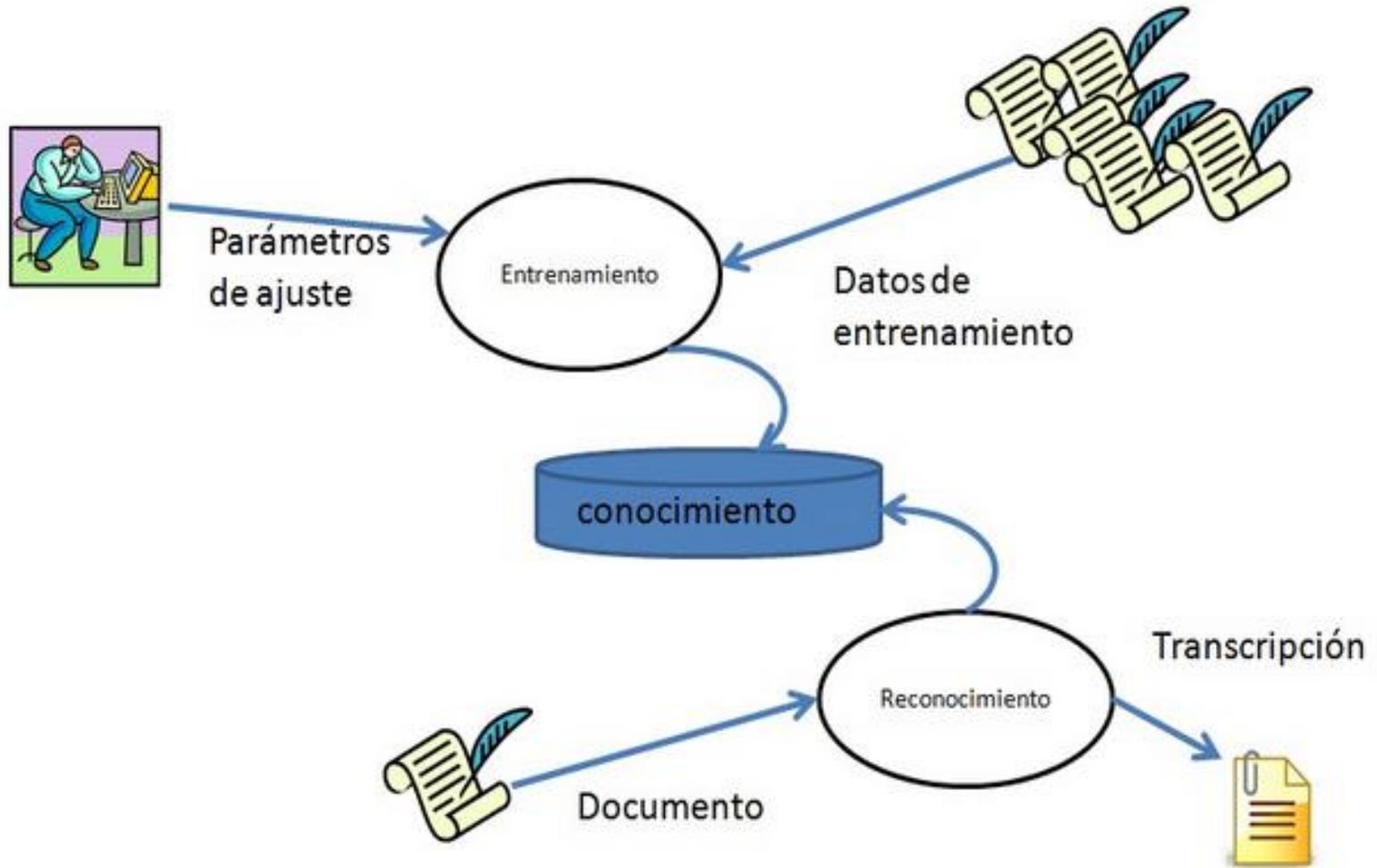
Para usar RNA como clasificadores...

1. Defina cuidadosamente el vector de características, escogiendo lo que va a medirse y el tipo de pre-procesamiento de los datos.
2. Recolecte tantos datos como pueda.
5. Diseñe la red a usarse considerando todas las posibles.
6. Entrene a la RNA usando un conjunto de datos para entrenar y ajuste los parámetros usando otro conjunto de datos para “validar.”
7. Califique el desempeño de la RNA usando un tercer conjunto de datos para estas pruebas
8. Si no sale lo que quiere, empiece otra vez...

Ejemplo: Reconocimiento de letra manuscrita/antigua



SISTEMA PRISCUS

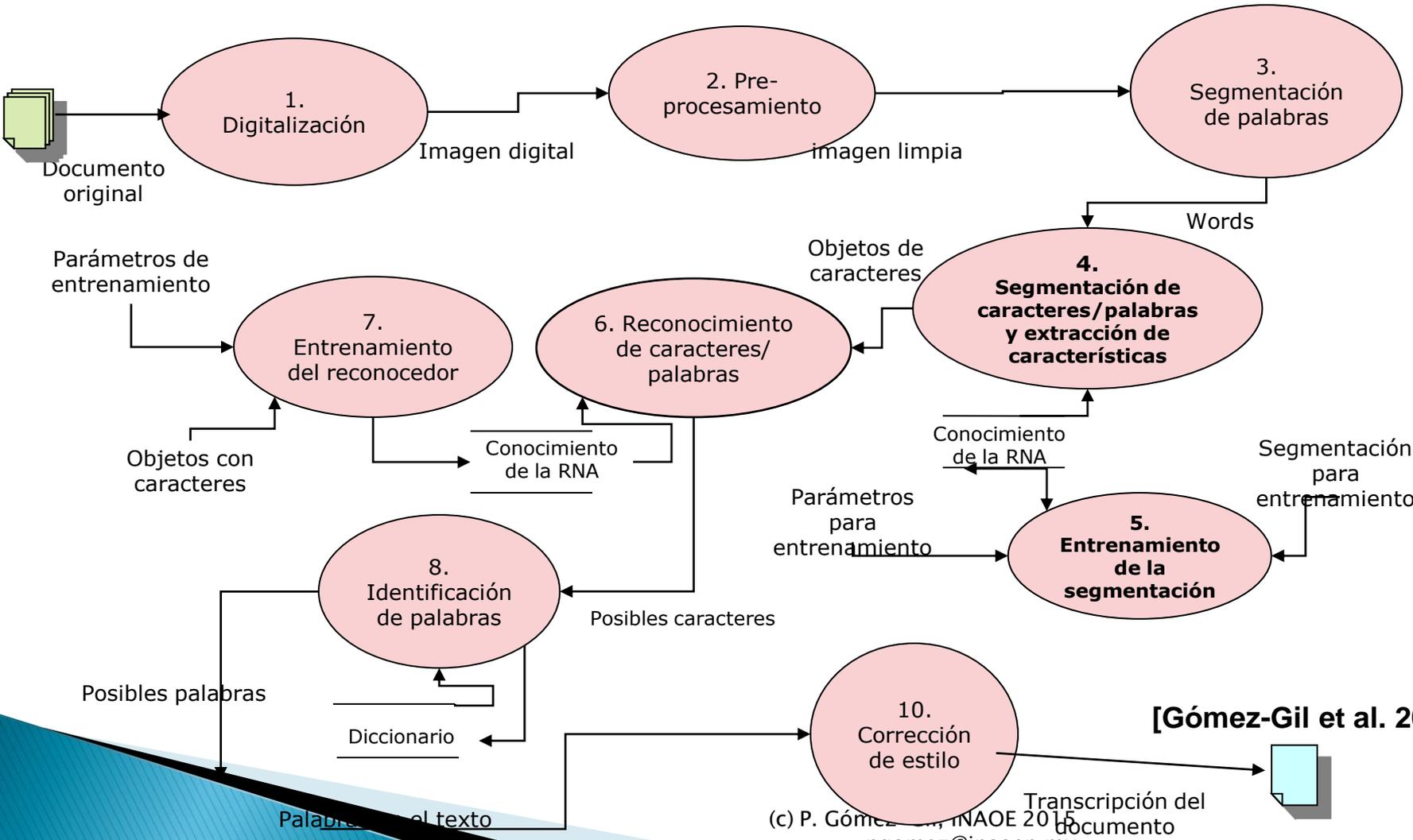


<http://cpulabserver.inaoep.mx/~priscus/paginaPriscus/>

PRISCUS

- ▶ PRISCUS es un proyecto para la construcción de un sistema lector de documentos manuscritos antiguos y modernos. Su objetivo es desarrollar un software inteligente integral.
- ▶ Está basado en redes neuronales artificiales y otros componentes de inteligencia computacional y entendimiento de lenguaje.
- ▶ Se busca la mejor implementación posible a problemas que aún son abiertos, tales como: segmentación de escritura continua, entendimiento de texto completo en base a clasificación de caracteres y palabras, e identificación de palabras
- ▶ Se están iniciando colaboraciones con un grupo en Grecia.

Un OCR para documentos manuscritos



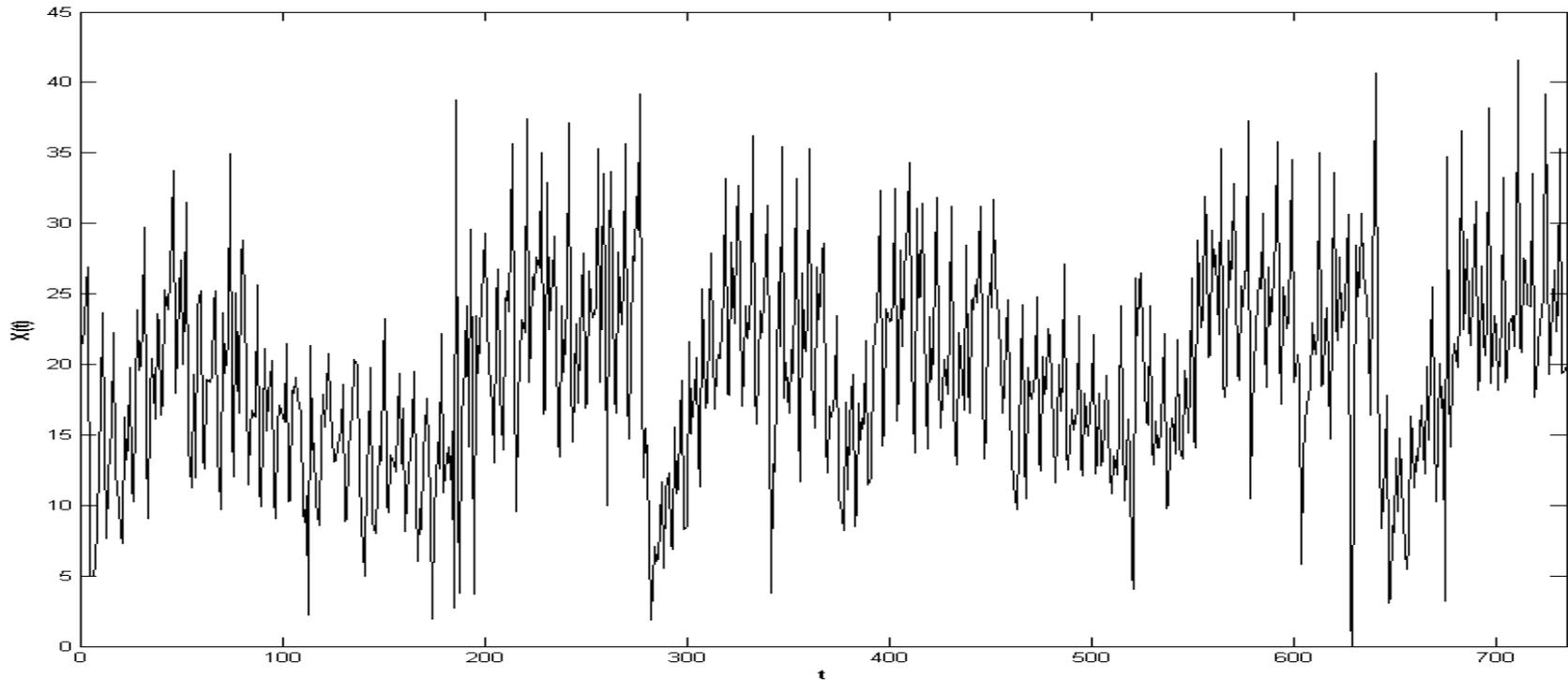
[Gómez-Gil et al. 2007]

Predicción a largo plazo en series de tiempo caóticas

- ▶ El pronóstico de series de tiempo ha sido de fuerte interés en los últimos años, debido a la gran variedad de aplicaciones en que se necesita.
- ▶ Algunas estrategias de predicción buscan aproximar un modelo a un sistema dinámico analizando solamente la información contenida en una serie de tiempo, suponiendo que ésta es suficientemente detallada para contener toda la información requerida.
- ▶ Este un problema complejo cuando se intenta aplicar sobre sistemas altamente no lineales o caóticos.

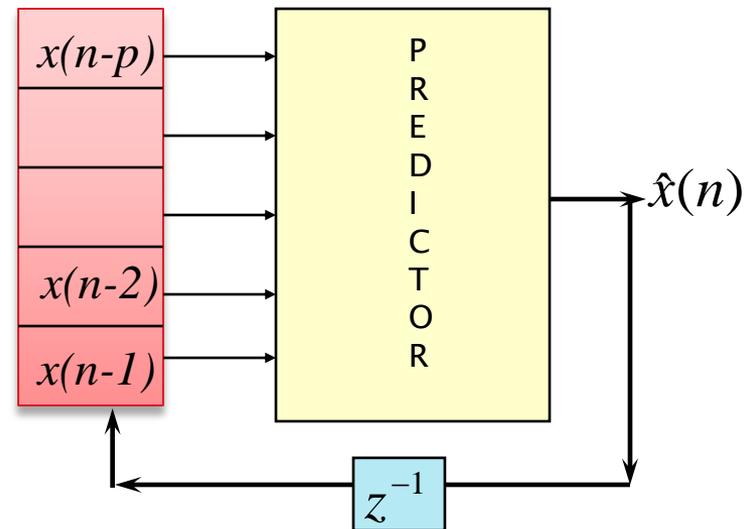
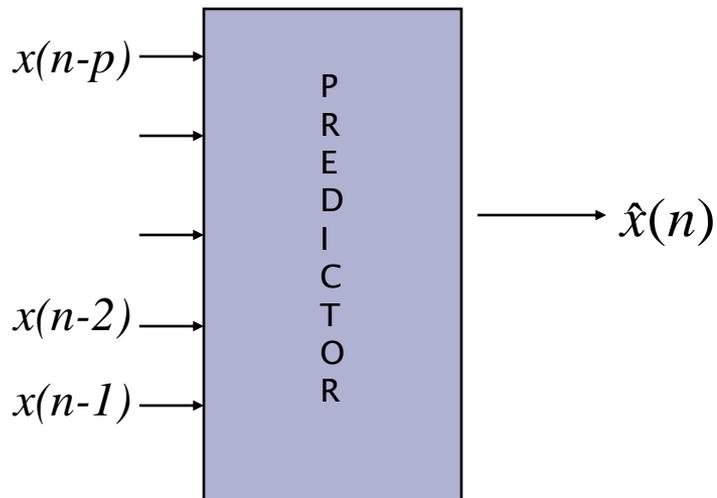
RNA para predicción

Ejemplo de una serie financiera caótica: NN5-001 (Crone 2006)

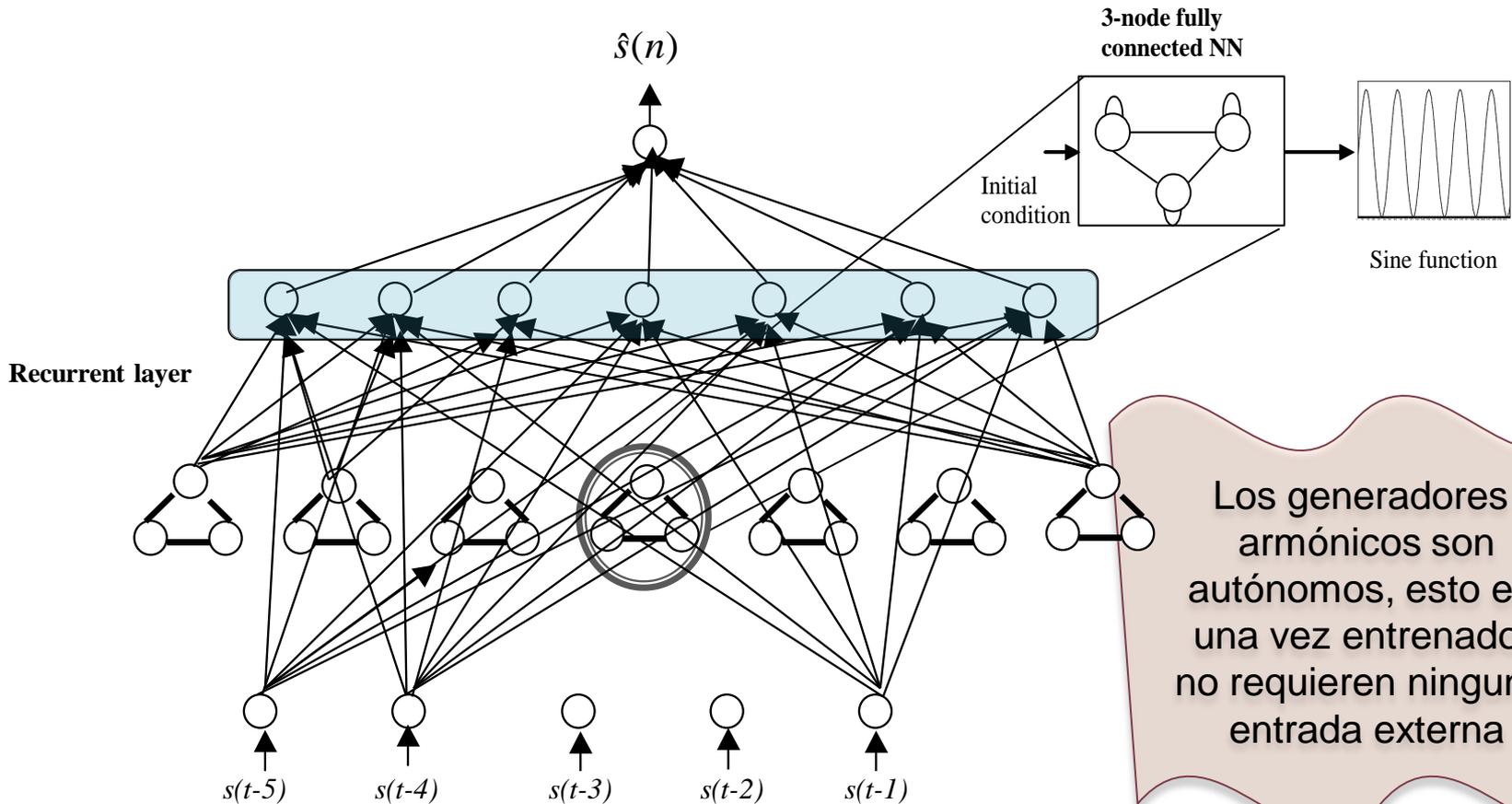


Tipos de predicción

- *Predicción de un paso, o de “siguiente valor”*
- *Predicción recursiva de largo plazo*



Algunos de nuestros modelos: Topología de una HCNN

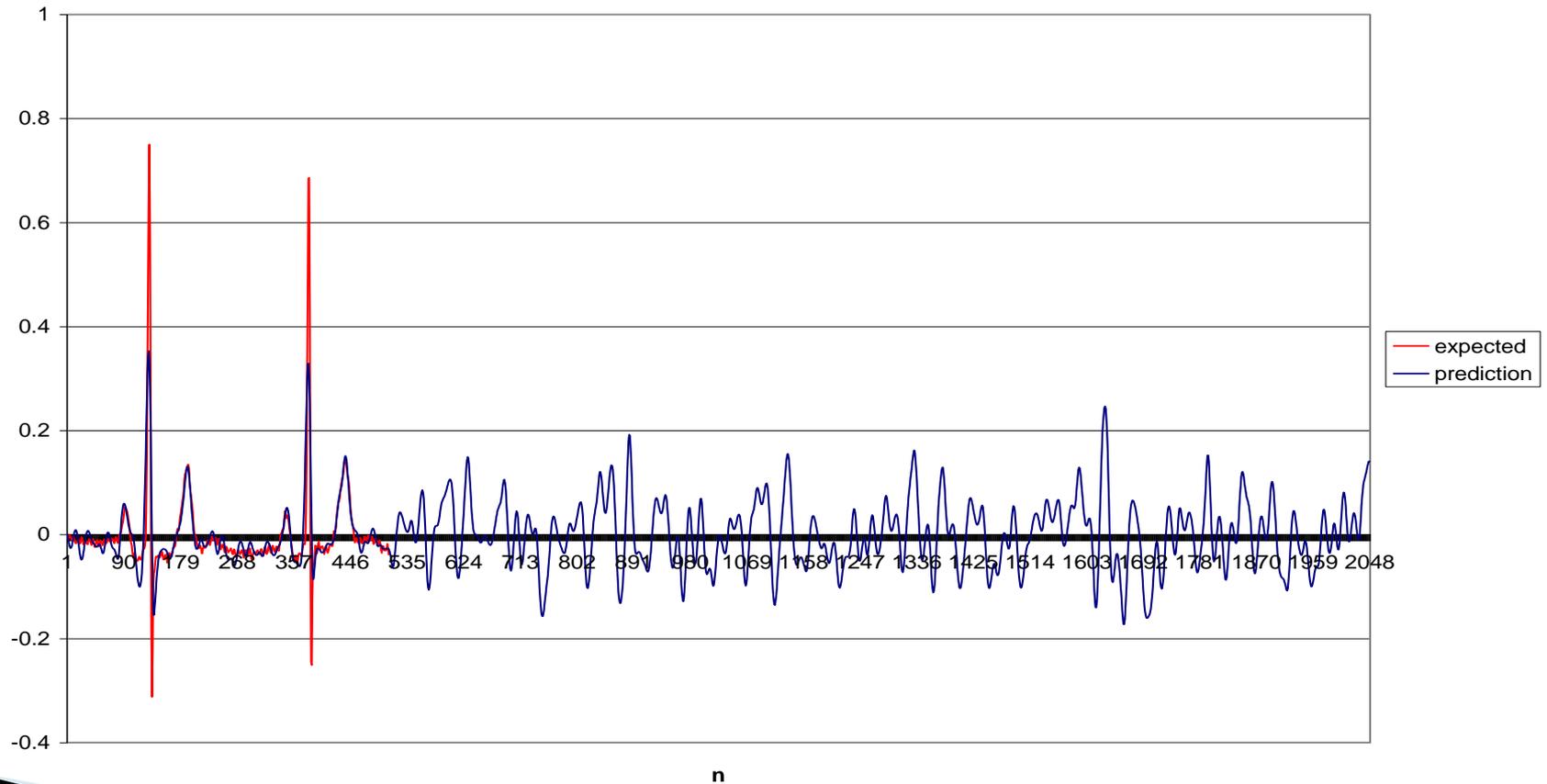


Los generadores armónicos son autónomos, esto es, una vez entrenados no requieren ninguna entrada externa

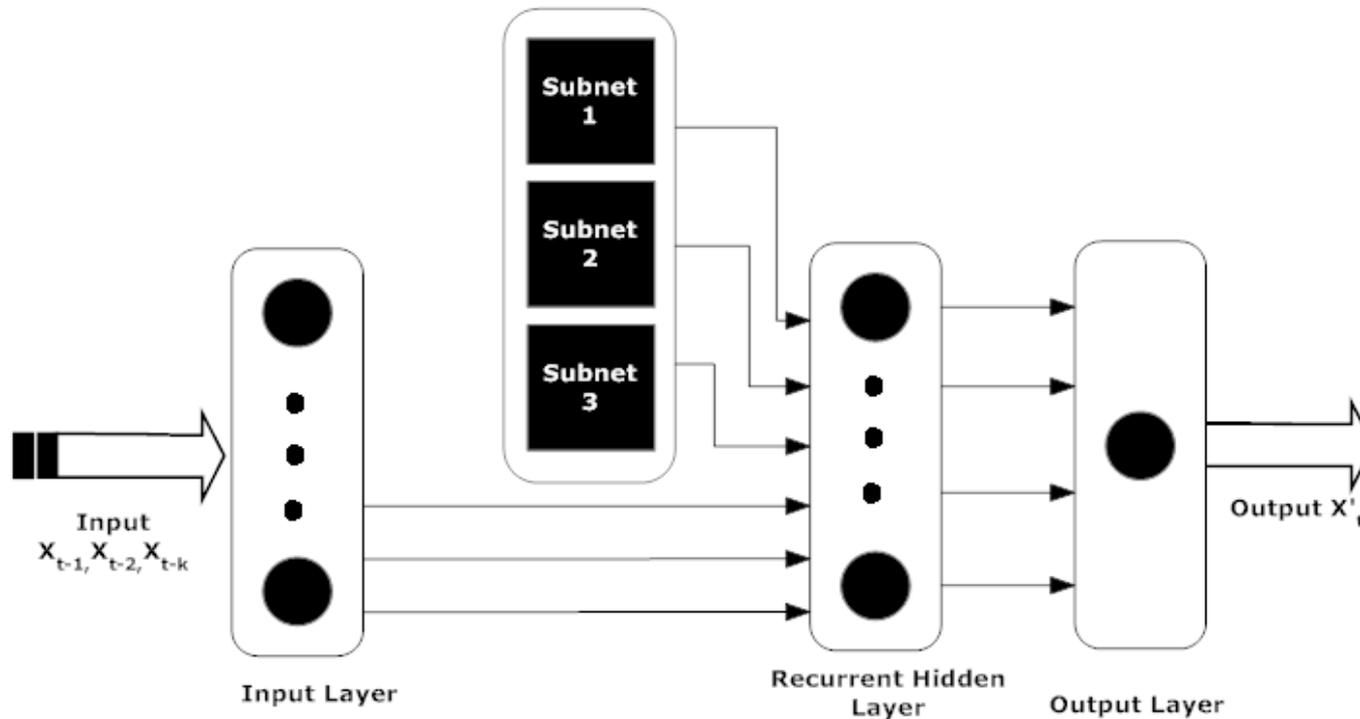
(Gómez-Gil et al., 2011)

Predicción a largo plazo de un ECG

Case K.2

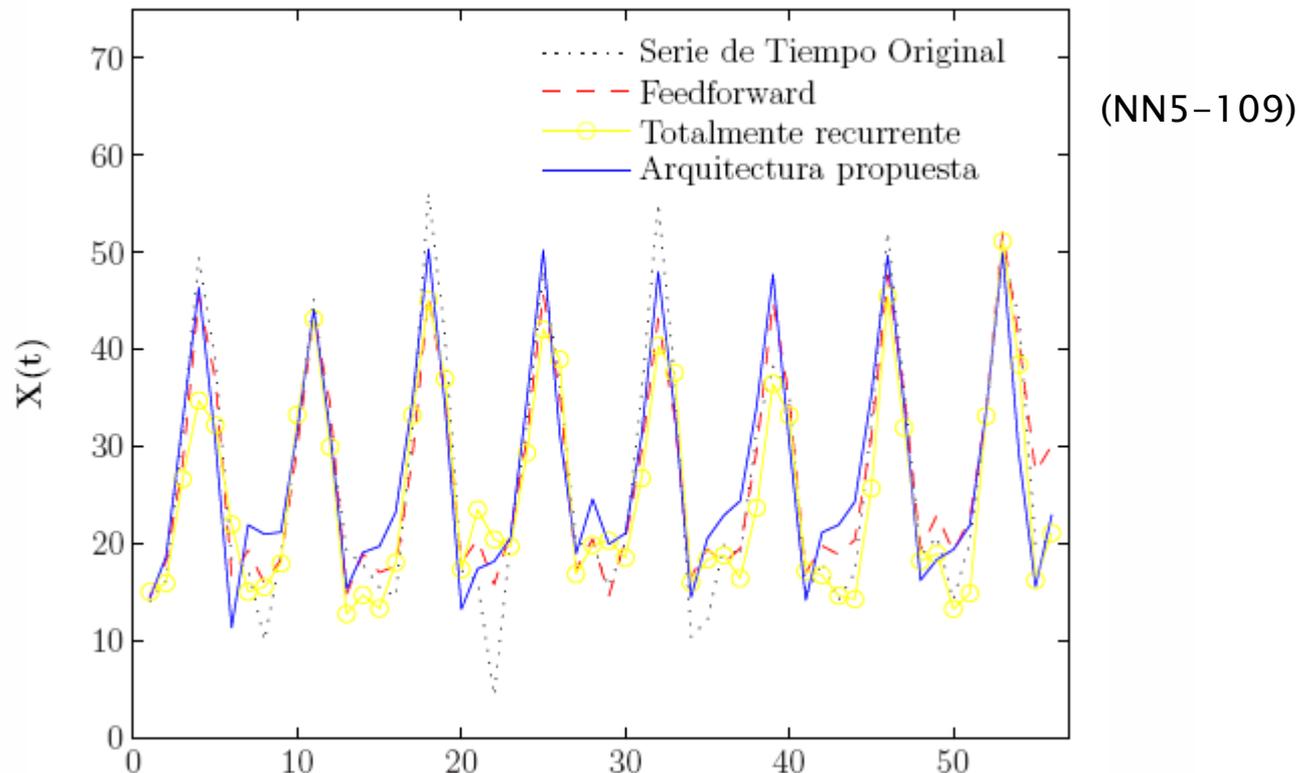


Algunos de nuestros modelos: Arquitectura de la HWRN



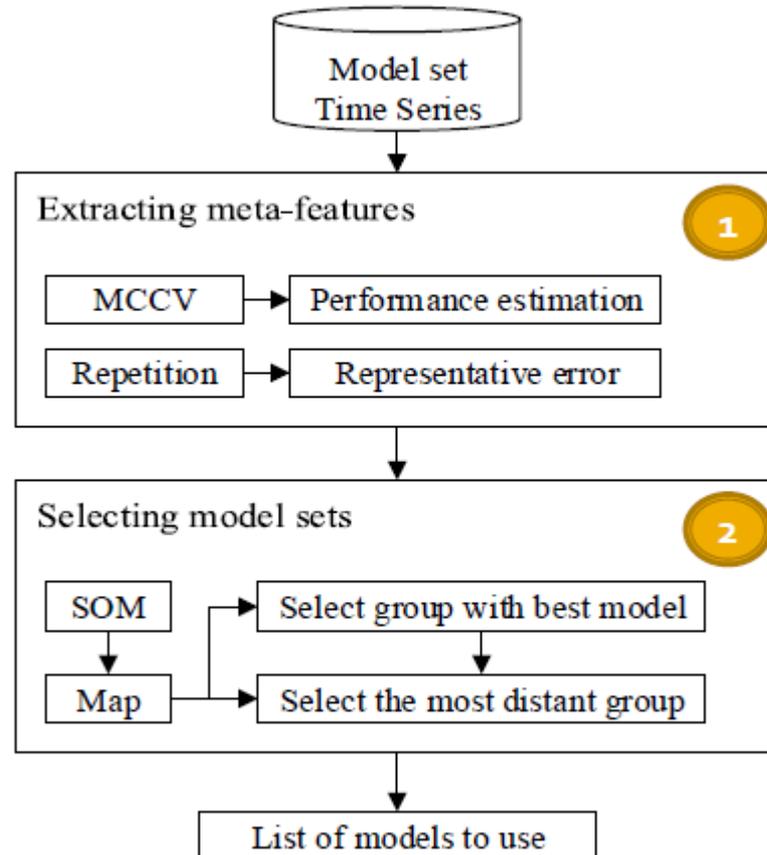
(Gómez-Gil , García-Pedrero and Ramírez-Cortes , 2010)

Mejor caso de predicción de la HWRN sobre *benchmark* series NN5



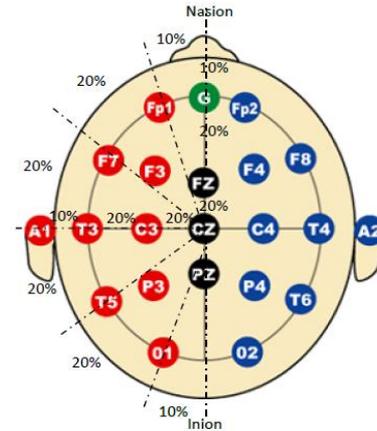
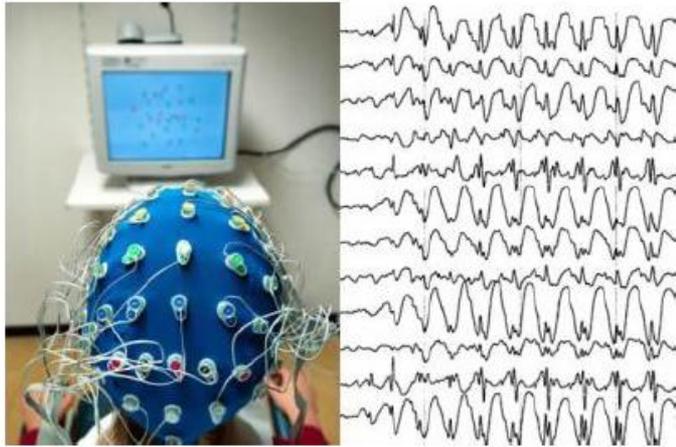
(Gómez-Gil , García-Pedrero and Ramírez-Cortes , 2010)

Algunos de nuestros modelos: combinación de modelos para predicción basados en meta-características

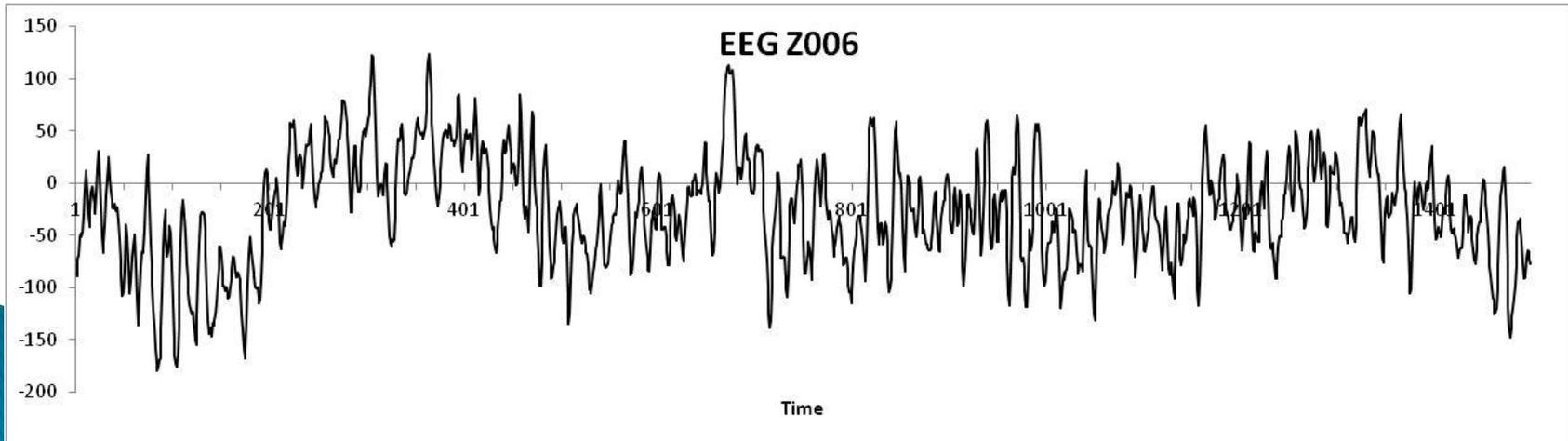


Fonseca-Delgado &, Gomez-Gil, 2014

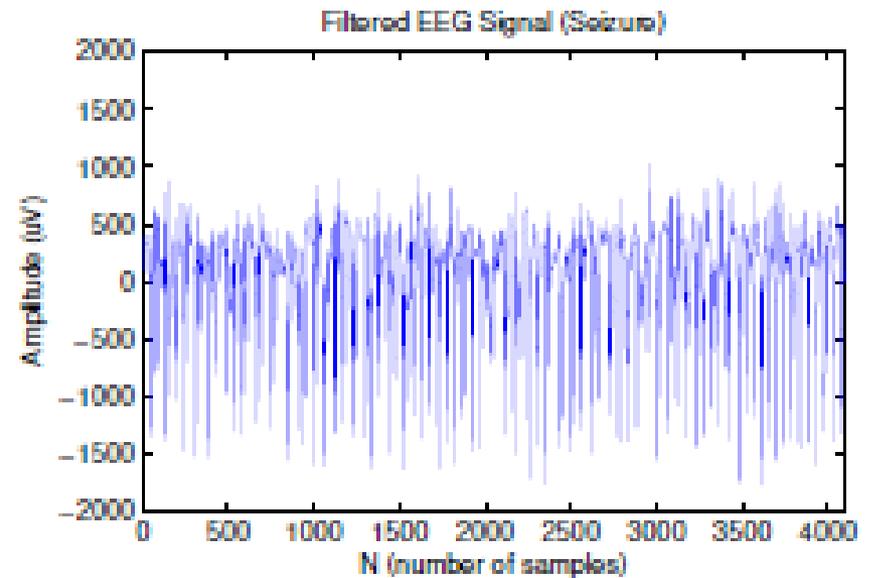
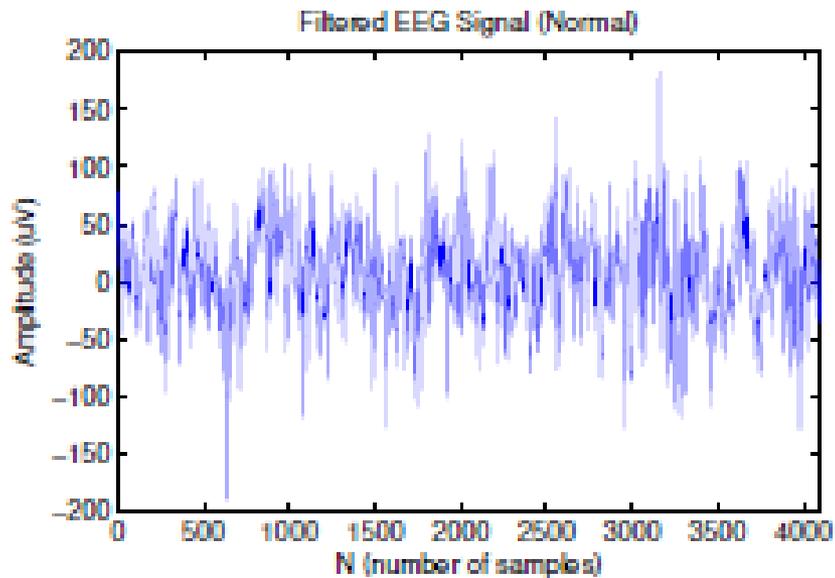
EEG y Epilepsia



10-20 electrode placement system (Juárez-Guerra, 2012)



EEG en estado normal e “ictal”



Obtención de Información Contextual de las Calles

- Topes
- Baches
- Estado de la pavimentación
- Tipo de pavimentación
- Cruceros
- Semáforos, etc.



Nuestros proyectos usando RNA

RETOS	AREAS DEL CONOCIMIENTO	AREAS DE APLICACIÓN
<p>Con respecto a DATOS:</p> <ul style="list-style-type: none">• ruidosos• clases sobrepuestas• muy pocos• difíciles de caracterizar• se requieren fusionar• etc...	<ul style="list-style-type: none">• Clasificación estática• Clasificación temporal• Predicción• Implementación en HW• Teoría de RNA	<ul style="list-style-type: none">• <i>Brain Computer Interfaces</i>• Biométrica• Diagnóstico médico• Economía y Finanzas• Astrofísica• <i>Mobile Phone sensing</i>• Reconocimiento de escritura

Por si también les interesa...

- ▶ En el INAOE se ofrecen los programas de maestría y doctorado en ciencias de la computación
- ▶ Los programas cuentan con reconocimiento de excelencia de CONACYT (PNPC)
- ▶ Todos los estudiantes tienen beca de manutención completa por parte de CONACYT
- ▶ Estudiantes activos en 2014: 40 MSc. Y 30 PhD.
- ▶ Graduados al 2012: 177 MSc. y 46 PhD.
- ▶ Tenemos alumnos de toda la república y de América Latina

Muchas gracias por su
atención!

pgomez@inaoep.mx

ccc.inaoep.mx/~pgomez



Esta presentación está disponible en:

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/conferences/PggUPA15.pdf>