

CAPITULO 4

SISTEMA DE PREDICCIÓN DE SEÑALES CAÓTICAS (S.P.S.C.)

4.1 Diseño del S.P.S.C.

El S.P.S.C. tiene como objetivo principal la predicción de señales caóticas; eventos que se presentan en el mundo que nos rodea, mediante la aplicación de Redes Neuronales Artificiales. Por lo tanto el usuario debe de contar con conocimientos básicos de Inteligencia Artificial, específicamente en Redes Neuronales Recurrentes para la manipulación eficiente del sistema.

Además el usuario debe de entender los conceptos fundamentales de la Teoría del Caos, ya que uno de los problemas más importantes dentro de esta Teoría y anteriormente mencionados en el capítulo 2 (Marco Teórico), es la determinación del modelo que representa al sistema para poder realizar la predicción de la señal, así como también la representación de la Serie de Tiempo (señal caótica) de este sistema.

El algoritmo de Retro-Propagación a Través del Tiempo fue implementado en este proyecto, como se mencionó anteriormente, se utiliza para el entrenamiento de redes recurrentes. Además para el desarrollo de esta aplicación, también se empleó el lenguaje de programación Java, así como el paradigma orientado a objetos, debido a las ventajas que ofrece este lenguaje ya antes mencionadas.

Este S.P.S.C. está formado por dos módulos importantes, uno llamado proceso de Entrenamiento de Redes Neuronales y el otro llamado proceso de Predicción de señales caóticas. Antes de ejecutarse este sistema el usuario debe de representar la

Serie de Tiempo (la señal ó señales caóticas) a predecir en dicho sistema. Para que el usuario pueda realizar el proceso de entrenamiento de la red, primer debe de determinar el conjunto de parámetros necesarios para realizar dicho entrenamiento. Después que el usuario determine que la red neuronal obtuvo un entrenamiento eficiente, entonces puede pasar al proceso de Predicción. En este proceso se puede realiza la Predicción de las diferentes señales caóticas. Y por último el usuario tiene la oportunidad de graficar los resultados obtenidos de la predicción. Aquí se puede graficar la Serie de Tiempo utilizada en el entrenamiento junto con la señal obtenida como resultado en el proceso de predicción, en el cual el usuario puede hacer una comparativo de las dos señales.

4.2 Manejo de los datos

Para que el S.P.S.C. pueda llevar a cabo la etapa de entrenamiento de la Red Neuronal es necesario contar con un conjunto de parámetros como se mencionó anteriormente. Esta información debe de estar almacenada en un archivo de texto “parametros.dat”, el cual debe de tener el orden mostrado en la figura 4.1.

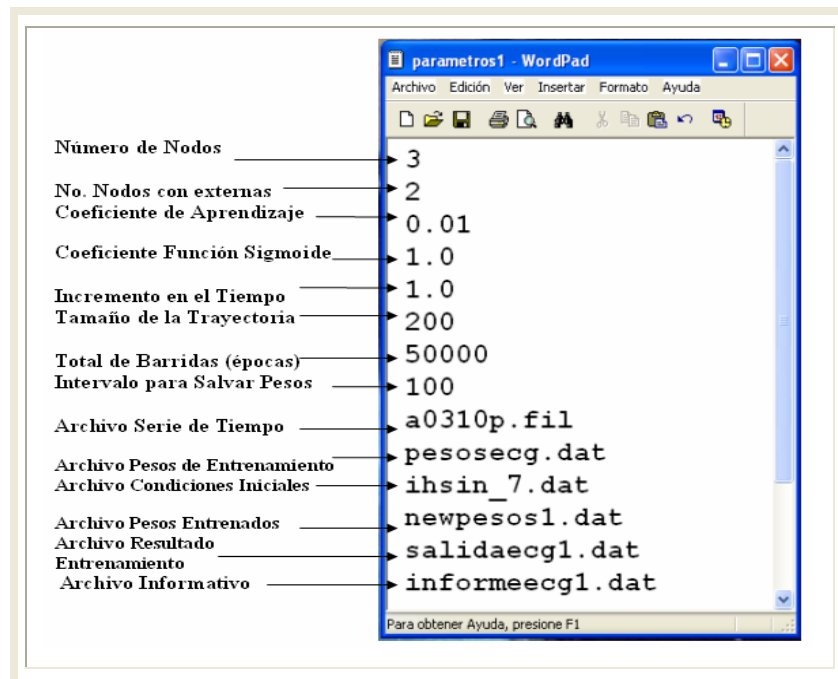


Figura 4.1 Archivo de parámetros.

El parámetro “Número de Nodos”, representa el número total de nodos que tiene la red neuronal a ser entrenada. El valor “Número de Nodos con Entradas Externa” nos dice cuantos nodos de la red neuronal tendrán entradas dadas por el usuario. Este número no debe de ser mayor al número total de nodos. El “Coeficiente de Aprendizaje” es un dato de suma importancia ya que nos representa el nivel de aprendizaje de la red dentro del proceso de entrenamiento; se recomiendan valores entre [0.1 a 0.9]. El dato “Coeficiente Función Sigmoide” es empleado en la función de activación para obtener la salida real de cada neuron en la red, representa el parámetro α de la ecuación (2.7). El “Incremento en el Tiempo” es un valor que se emplea para calcular la salida de cada neuron, y por lo general el incremento debe de ser de 1. El “Tamaño Total de la Trayectoria” representa el número de tiempos que se utilizarán de la Serie de Tiempo para el entrenamiento de la Red Neuronal. El “Total de Barridas” es el número de veces que se ejecutará el algoritmo de BPTT para entrenar la Red Neuronal; en el caso de que no se obtenga un entrenamiento eficiente se recomienda aumentar el número de barridas. En el “Archivo de Serie de Tiempo” se almacena la Señal Caótica, para la cual se entrenara la red. El “Archivo de Pesos de Entrenamiento” guarda los pesos que se utilizan en la etapa de entrenamiento para calcular las salidas de cada neurón de la Red Neuronal. Los pesos se deben de generar aleatoriamente en un rango pequeño normalmente [-0.1 a 0.1]. En el “Archivo de Condiciones Iniciales” se guarda las condiciones de inicio de la Señal Caótica y desde donde se empiezan las operaciones para el entrenamiento de la red. Estos valores representan el pasado de la Serie de Tiempo. Al igual que los pesos las Condiciones Iniciales se pueden generar aleatoriamente. En el “Archivo de Pesos Entrenados” se almacenan los últimos pesos que se obtienen de la última barrida del proceso de entrenamiento. Estos pesos representan el aprendizaje de la Red Neuronal, y son empleados para la etapa de predicción. El “Archivo Resultado del Entrenamiento” es utilizado para guardar el resultado obtenido del proceso de entrenamiento, esta señal nos representa de una forma

grafica que tan eficientes es el entrenamiento de la red. En la figura 4.2 se muestra el “Archivo de Información” en donde se almacena todas las características relacionadas al proceso de entrenamiento.

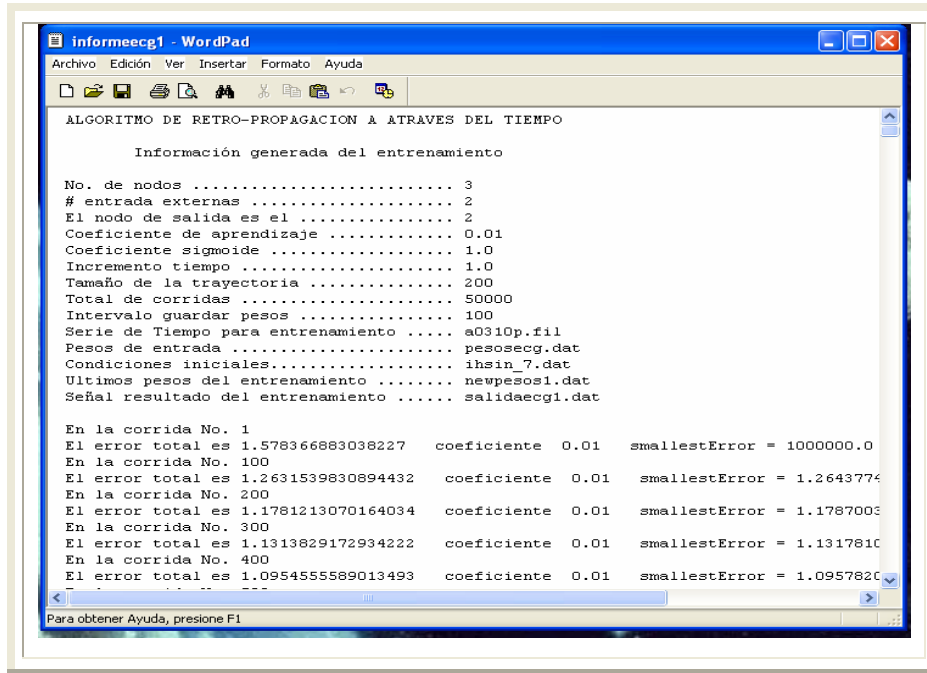


Figura 4.2 Información del entrenamiento.

En la etapa de entrenamiento como ya se mencionó anteriormente se genera automáticamente un archivo llamado “entrenado.out”, que es empleado en el proceso de predicción y el cual tiene almacenada la información en el orden que se muestra en la figura 4.3.

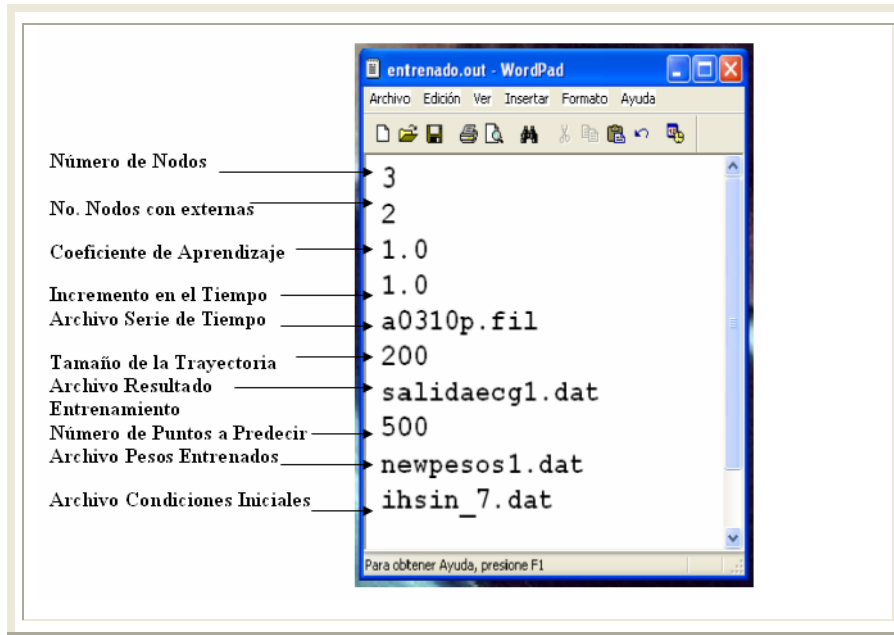


Figura 4.3 Archivo “entrenado.out”.

Este archivo es algo parecido al archivo de parámetros, con la diferencia de que éste es utilizado para la etapa de predicción, y además el usuario puede modificar el valor de Número de Puntos a Predecir para aumentar el tamaño de la Señal a predecir, ya que este dato, toma por default el mismo valor que el Tamaño de la Trayectoria en la etapa de entrenamiento.

Después de que el usuario considere haber obtenido un entrenamiento eficiente de la Red Neuronal, se lee este archivo y luego se pasa a la etapa de predicción en el cual se generan dos archivos. En uno de estos archivos llamado “prediccion.out” se guarda la información correspondiente a la predicción de la Señal Caótica, como lo muestra la figura 4.4.

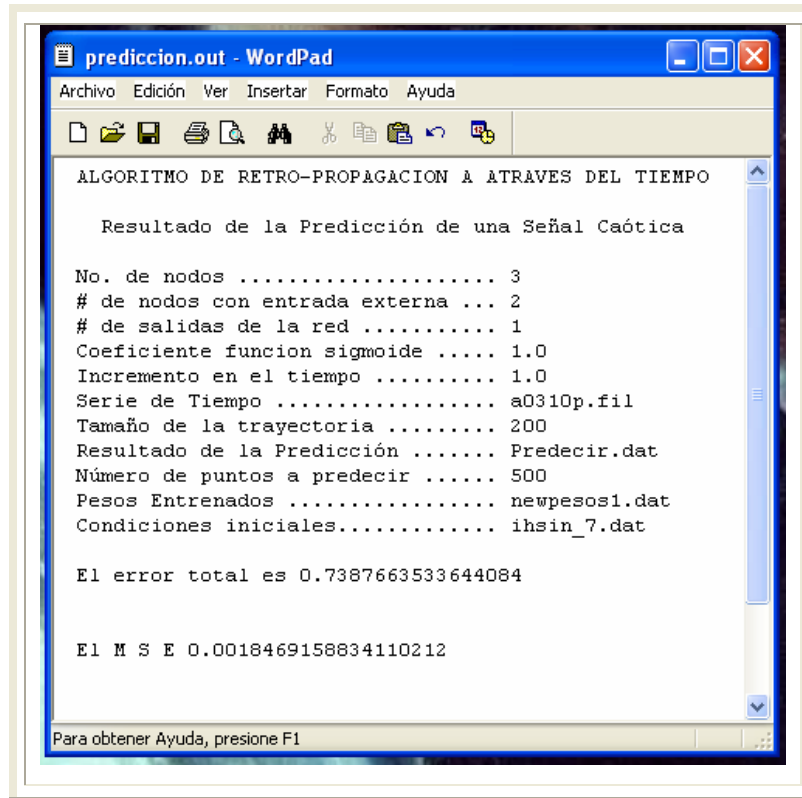


Figura 4.4 Archivo “prediccion.out”.

El otro archivo que se genera es llamado “graficar.out”. En este se almacena el nombre de tres archivos, el tamaño de la trayectoria y el número de puntos a predecir, la figura 4.5 nos muestra el orden de la información.

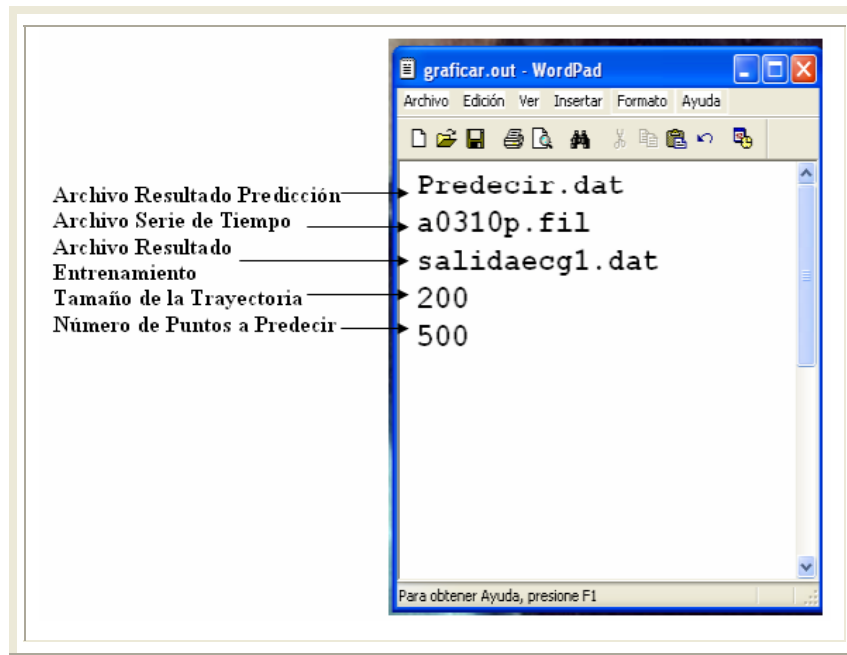


Figura 4.5 Archivo “graficar.out”.

Con este archivo el sistema permite al usuario dar los valores necesarios para graficar los resultados obtenidos, tanto del proceso de entrenamiento como del proceso de predicción. En el primer parámetro del archivo de “graficar.out” el usuario puede ver los datos que gráfica los valores obtenidos como resultado de la predicción de la Señal Caótica. Con el segundo se determina el nombre del archivo con los datos de la Serie de Tiempo empleado en el proceso de entrenamiento con el fin de graficarlos. En el sistema existe una opción en la que el usuario puede graficar al mismo tiempo la Serie de Tiempo y la señal resultado de la predicción, y de esta forma hacer un comparativo entre estas dos señales. Y con el tercer archivo el usuario puede observar gráficamente el resultado del entrenamiento.

Una de las cosas de gran importancia que debe de tomar en cuenta el usuario, es de que el S.P.S.C. trabaja con valores pequeños en un rango de $[-0.9$ a $0.9]$, principalmente para las Señales Caóticas. En el caso de que los valores de una señal sean demasiados grandes o pequeños, en el sistema se cuenta con una opción de

Acotamiento. El principal objetivo de esta opción es de normalizar los valores de la señal al rango de valores mencionado anteriormente, ya que de lo contrario el sistema no funcionará de una manera eficiente. Otra de las recomendaciones importantes para el usuario, es de crear un directorio específico para cada una de las Señales Caóticas a Predecir, para hacer más entendible los resultados.

4.3 Descripción del S.P.S.C.

Se desarrolló un Sistema de Predicción de Señales Caóticas (SPSC) que contara con el algoritmo BPTT, y además tratando de diseñar una interfaz amigable para el usuario. La figura 4.6 nos muestra la ventana principal del SPSC. Este sistema es una aplicación que forma parte del Shell Neuronal Annsyd, que a través de la ventana principal del shell el usuario puede tener acceso al SPSC y poder realizar la predicción de diferentes Señales Caóticas.



Figura 4.6 Sistema de Predicción de Señales Caóticas (SPSC).

El SPSC esta dividido en cuatro partes; en la primera parte del sistema el usuario crea el archivo de parámetros y genera aleatoriamente los pesos y condiciones

iniciales, para la segunda parte se realiza el proceso de entrenamiento de la red neuronal, en la tercera parte se lleva a cabo la predicción de señales y para la cuarta parte el usuario puede graficar la Serie de Tiempo original y el resultado de la predicción.

Para que el usuario pueda llevar a cabo la predicción de Señales Caóticas, primeramente debe de crear el archivo de parámetros que contiene la información necesaria para realizar el entrenamiento de la Red Neuronal Recurrente, mediante la opción “Teclar Parámetros”. En la figura 4.7 se muestra un ejemplo de como el sistema proporciona una ventana con una serie de ventanillas que el usuario debe de ir llenando de acuerdo a las características de dicha red.

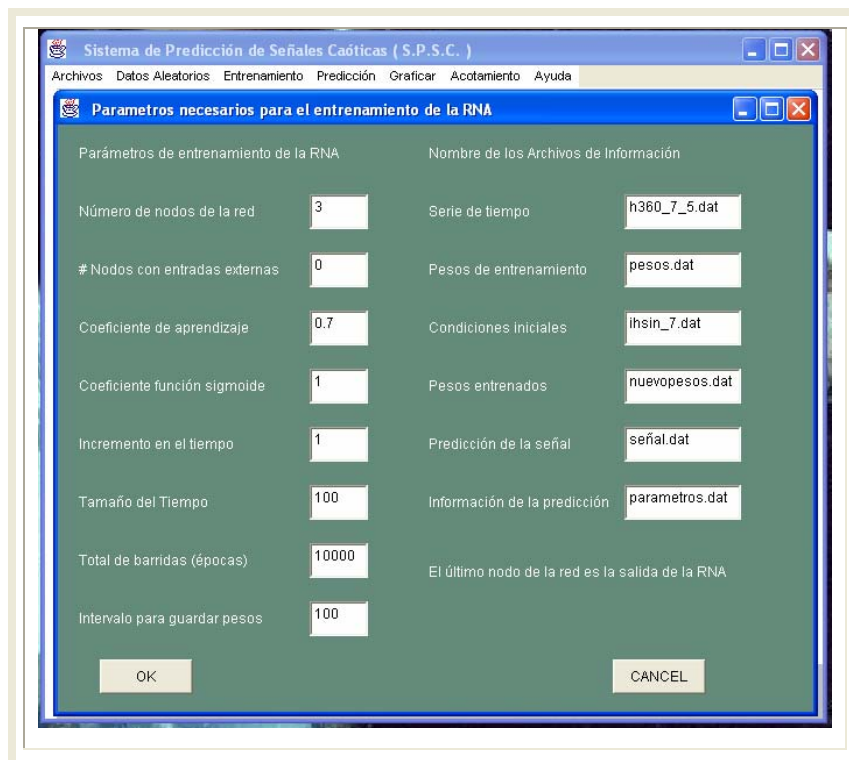


Figura 4.7 Opción Teclar Parámetros.

La información que es almacenada en el archivo (por ejemplo `parametros.dat`) lleva un orden establecido por el sistema, como el número de nodos de la red, número de entradas externas, coeficiente de aprendizaje, coeficiente función sigmoide, incremento en el tiempo, tamaño del tiempo, total de barridas, intervalo para guardar pesos, archivo de serie de tiempo, pesos de entrenamiento, condiciones iniciales, pesos entrenados, predicción de señal entrenada, información, una descripción detallada del significado de los parámetros se realizó anteriormente en la sección 4.2. Estos datos son indispensables para el entrenamiento de la red. Los archivos que deben tener información son: Serie de tiempo (representa a la Señal Caótica), Condiciones iniciales (son los valores en donde empieza la Señal Caótica) y pesos de entrenamiento (estos son necesarios para obtener el resultado de cada nodo de la red en el proceso de entrenamiento). Para el archivo de pesos y condiciones iniciales el sistema cuenta con dos opciones para la generación aleatoria de los valores de los pesos, como también las condiciones iniciales. Al terminar de llenar las ventanillas con los datos, se proporciona el nombre del archivo que guardará los parámetros. Después el usuario debe seleccionar la opción “Leer Parámetros”, y capturar ó leer el nombre de este archivo.

Después de que el usuario leyó el archivo de parámetros, ya podrá ejecutar la etapa de entrenamiento de la Red Neuronal, mediante la selección de la opción “Entrenar”. En esta opción el sistema muestra una ventana con un número; este es el número de barridas que se ejecutará el algoritmo BPTT para el entrenamiento de la Red Neuronal.



Figura 4.8 Opción Entrenar.

Cuando se obtenga un entrenamiento eficiente de la Red Neuronal, el usuario podrá realizar la predicción de las Señales Caóticas. Para esto el usuario debe de observar que el error total obtenido al final de las barridas, debe de ser lo suficientemente pequeño. Este error debe ir disminuyendo de un periodo de tiempo a otro al momento de la ejecución del entrenamiento, de lo contrario no se obtendrá un entrenamiento de la red. Al finalizar la etapa de entrenamiento el sistema genera automáticamente un archivo llamado “entrenado.out”, este contiene los datos necesarios para realizar la etapa de predicción de señales.

Para la etapa de predicción el usuario primeramente debe de seleccionar del sistema la opción “Parámetros Entrenados” y leer el archivo “entrenado.out”. Después escoger la opción “Predicción” y ejecutar esta etapa.



Figura 4.9 Opción Predicción.

En esta opción el usuario observará una ventana que muestra el total de puntos a predecir en la señal. Este valor el usuario lo podrá cambiar para aumentar o disminuir los puntos a predecir. Al finalizar esta la etapa el sistema genera dos archivos automáticamente, el primer archivo llamado “prediccion.out”, contiene información relacionada al proceso de predicción de las señales. El segundo archivo llamado “graficar.out”, contiene almacenado el nombre de tres archivos y dos valores numéricos. El nombre del primer archivo contiene el resultado de la predicción, el nombre del segundo archivo almacena la Serie de Tiempo (Señal Caótica) y el nombre del tercer archivo guarda el resultado del proceso de

entrenamiento de la Red Neuronal. Los valores numéricos representan la trayectoria de tiempo.

Con el archivo “graficar.out” el usuario podrá graficar estas tres señales. Primero debe de escoger la opción Leer Archivo de Graficar y leer el archivo “graficar.out”, después tendrá la oportunidad de seleccionar las opciones Predicción de la Señal, Serie de Tiempos, Ambas Señales y Resultado Entrenamiento, y el sistema mostrara la grafica para cada señal.

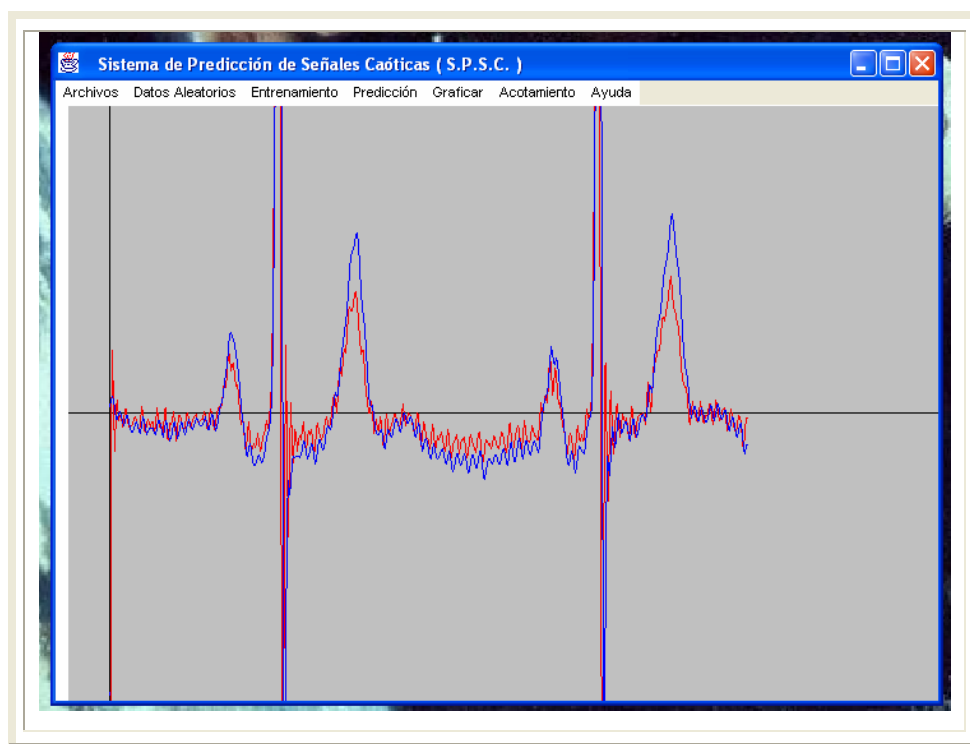


Figura 4.10 Opción Graficar Ambas Señales.

La figura anterior nos muestra el resultado obtenido en la predicción de una Señal Caótica. Con esta opción el usuario puede realizar un análisis gráfico entre la Serie de Tiempo original y el resultado de la predicción de la señal. Aquí se determina que tan parecidas son las dos señales. Además el usuario tiene la oportunidad de graficar la señal obtenida como resultado en la etapa de entrenamiento de la red y determinar si se obtuvo un entrenamiento eficiente.