

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**  
**PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES**  
**CURSO 2013/2014**

**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto**

*Mejora y Ampliación de una herramienta docente para la adquisición de conocimientos en Computación Evolutiva y Redes Neuronales para asignaturas del Grado de Ingeniería Informática y el Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Córdoba.*

**2. Código del Proyecto**

2013-12-5021

**3. Resumen del Proyecto**

*El actual proyecto docente es la continuación del proyecto con código 125098, elaborado en el curso académico 2012-2013. La principal mejora ha sido la incorporación de un algoritmo evolutivo multiobjetivo para resolver tareas de clasificación de patrones, de tal manera que la herramienta queda mucho más completa en cuanto a docencia se refiere, ya que dichos algoritmos son ampliamente utilizados para la resolución de problemas con objetivos en conflicto, y forman parte del contenido teórico de las asignaturas en las que se ha aplicado. La mencionada incorporación de este tipo de algoritmos se refuerza en la aplicación con gráficas, para que el alumnado pueda asimilar mejor y más rápidamente los conceptos asociados al aprendizaje automático con este tipo de metodologías. Además, se han mejorados algunos aspectos relacionados con la interfaz gráfica y el manejo de la aplicación.*

*La herramienta es de gran utilidad para el apoyo a la docencia por parte del profesorado, ya que permite afianzar los contenidos teóricos impartidos en clase. Una de las prácticas de las asignaturas a las que se ha aplicado el proyecto, consiste en la obtención de modelos de redes neuronales artificiales mediante algoritmos evolutivos aplicados a conjuntos de datos reales, así como familiarizar al alumnado con la configuración de parámetros y su significado en temas de aprendizaje automático.*

**4. Coordinador/es del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Juan Carlos Fernández Caballero	Informática y Análisis Numérico	146
Pedro Antonio Gutierrez Peña	Informática y Análisis Numérico	146

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Javier Sánchez Monedero	Informática y Análisis Numérico	146	Becario FPDI
Manuel Cruz Ramirez	Informática y Análisis	146	Becario FPU

	<b>Numérico</b>		
<b>César Hervás Martínez</b>	<b>Informática y Análisis Numérico</b>	<b>146</b>	<b>PDI</b>
<b>María Pérez Ortiz</b>	<b>Informática y Análisis Numérico</b>	<b>146</b>	<b>Becaria con cargo a proyecto</b>
<b>Mónica de la Paz Marín</b>	<b>Jefa de Sección de Gestión de Calidad</b>	<b>146</b>	<b>PAS</b>

#### *6. Asignaturas implicadas*

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Titulación/es</b>
<b>Introducción al aprendizaje automático</b>	<b>Grado en Ingeniería Informática, especialidad en Computación .</b>
<b>Metaheurísticas</b>	<b>Grado en Ingeniería Informática, especialidad en Computación .</b>
<b>Introducción a los modelos computaciones</b>	<b>Grado en Ingeniería Informática, especialidad en Computación .</b>
<b>Aprendizaje heurístico y bioinspirado de sistemas</b>	<b>Máster en Sistemas Inteligentes, ofertado por la Universidad de Córdoba .</b>

## MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES

### 1. **Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

Este proyecto ha sido una continuación del proyecto 125098, “Desarrollo de una herramienta docente para la adquisición de conocimientos en Computación Evolutiva y Redes Neuronales para asignaturas del Grado de Ingeniería Informática y el Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Córdoba”, el cual se llevó a cabo con excelentes resultados y sensaciones durante el curso académico 2012-1013.

El principal objetivo del proyecto de innovación docente anterior era la creación de una herramienta informática para usarla en las clases prácticas de dos asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de la UCO, más una asignatura en el Máster en Sistemas Inteligentes de la UCO, con los siguientes cometidos:

- Facilitar el proceso de aprendizaje del alumnado, estimulando la motivación y proveyendo un ambiente abierto de colaboración entre los estudiantes.
- Reforzar y concretar conocimientos teóricos y resolver problemas reales, más cercanos al mundo profesional de la Ingeniería, cubriendo competencias relacionadas con este aspecto.
- Permitir al profesorado validar el grado de comprensión de las explicaciones teóricas por parte de los alumnos y actualizar los conocimientos prácticos y teóricos sobre la asignatura.
- Utilizar la computación evolutiva y el aprendizaje automático como metodología actual para la resolución de problemas de clasificación y de regresión irresolubles con otras técnicas, usando como base Redes Neuronales Artificiales y algoritmos de búsqueda local.
- Hacer que el alumnado entienda y use metodologías de computación evolutiva y aprendizaje automático de una manera sencilla y amena, a la vez que muy eficaz, en su primer contacto con este tipo de técnicas. En nuestra opinión, la primera vez que el alumnado estudia teóricamente este tipo de paradigmas se hace una idea generalista y algo confusa sobre su utilidad y utilización. Por tanto, la creación de la herramienta informática para las clases de prácticas permite que esos conocimientos se afiancen y se entiendan sin ambigüedad.

Dada las conclusiones obtenidas en el proyecto anteriormente citado (a partir de encuestas practicadas al alumnado y a partir de las calificaciones en exámenes), en las cuales la creación y el uso de la herramienta hizo que el alumnado comprendiese mucho mejor las técnicas y metodologías sobre computación evolutiva y aprendizaje automático (para la resolución de problemas de clasificación y regresión), creímos oportuno mejorar y ampliar algunos de los aspectos de la herramienta. Esto se ha hecho introduciendo un algoritmo evolutivo multiobjetivo para resolver tareas de clasificación e introduciendo gráficas que mejoren la comprensión del alumnado sobre los resultados obtenidos.

Vemos necesaria esta mejora y ampliación ya que actualmente son innumerables los problemas reales existentes en los que son necesarias una o varias soluciones que resuelvan tareas en las que varios objetivos o funciones están en conflicto, según el concepto de dominancia de Pareto. Esto ampliaría el campo de conocimiento del alumnado en cuanto a técnicas de aprendizaje automático y su comprensión y uso real. Además dejaría la herramienta mucho más completa para que el profesorado pueda utilizarla en sus clases prácticas.

### 2. **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia).

Los objetivos principales de este proyecto son los siguientes:

- Mejorar la herramienta actual como herramienta TIC para su uso en la docencia en prácticas de las asignaturas implicadas en el proyecto.
- Desarrollo de aspectos prácticos del perfil profesional asociado a las asignaturas a las que se aplica

(competencias).

- Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a las prácticas.
- Capacidad de gestión de la información, aplicación de los conocimientos teóricos para la obtención de conclusiones, mejoras y resultados.
- Adición de un Algoritmo Evolutivo Multiobjetivo para el diseño de Redes Neuronales Artificiales, desarrollado por los integrantes del proyecto (excepto el becario asociado al proyecto docente).
- Adquisición de conocimientos por parte de un becario (preferiblemente de los últimos cursos de la titulación de Grado en Ingeniería Informática) en el desarrollo de interfaces gráficas de usuario (GUIs) para el software experimental. Esto probablemente facilitaría al alumno la realización de su proyecto fin de carrera en años posteriores y su inserción en el mercado laboral.

### **3. Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle qué se ha realizado en la experiencia).

La consecución de los objetivos anteriormente mencionados se llevó a cabo mediante las siguientes acciones o actividades:

- Implementación por parte de los integrantes del proyecto, de métodos de Computación Evolutiva Multiobjetivo junto con Redes Neuronales para la clasificación de patrones en aplicaciones de ingeniería.
- Mejora y ampliación por parte de un becario, de un interfaz gráfico de usuario que permita utilizar el software desarrollado por los integrantes del proyecto. Adición de gráficas con motivación docente a la aplicación.
- Prueba y testeo exhaustivo de dicho software por parte del becario para su posterior uso en las prácticas de las asignaturas mencionadas en secciones anteriores.
- Creación (por parte de los integrantes del proyecto implicados en las asignaturas) de una práctica para que el alumnado aprenda el uso y configuración de la herramienta y aplique los conocimientos teóricos adquiridos (ANEXO 1).
- Poner disponible el software en las aulas de informática a las que vaya a acudir el alumnado.
- Utilización del software para la impartición de las prácticas, por parte del profesorado de las asignaturas implicadas. Explicación del correcto uso y manejo de la herramienta en clases prácticas.
- Realización de encuestas sobre el uso y aportación del software desarrollado a los conocimientos del alumnado. (ANEXO 2-4).

### **4. Materiales y métodos** (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Los materiales utilizados para llevar a cabo este proyecto docente han sido los siguientes:

- Ordenadores personales de los participantes del proyecto para desarrollar el algoritmo que se ha incluido en la aplicación software. En el caso del becario encargado de la creación de la interfaz gráfica de usuario, D. Manuel Dorado Moreno, también utilizó su ordenador personal para el trabajo que se le asignó, aunque había posibilidad de proporcionarle un portátil del grupo de investigación AYRNA de la Universidad de Córdoba.
- Creación en formato electrónico (Moodle) de encuestas previas y posteriores a la utilización de la aplicación en las prácticas realizadas (ANEXO 2-4).
- Poner el software accesible al alumnado en la plataforma Moodle para utilizarlo en los ordenadores de prácticas.

Con respecto a la metodología a seguir, sigue prácticamente la misma secuencia que la expuesta en la sección anterior de actividades:

- En primer lugar se buscó un alumno de último curso de Ingeniería Informática que estuviera interesado en el proyecto. Esto se hizo preguntando directamente en clase de los participantes implicados en el proyecto y difundiendo la información entre compañeros del Departamento de Informática y Análisis Numérico de la Universidad de Córdoba. En este caso, D. Manuel Dorado Moreno se ofreció para trabajar en el proyecto y se le explicó detalladamente en que iba a consistir su tarea: Ampliar una interfaz gráfica usando algoritmos de clasificación y regresión que previamente tenían que implementar los participantes del proyecto.
- Acto seguido los participantes del proyecto desarrollaron un algoritmo evolutivo multiobjetivo para el modelado de redes neuronales artificiales en tareas de clasificación. Doña Mónica de la Paz Marín forma parte del grupo de investigación AYRNA de la Universidad de Córdoba, de los cuales también son miembros los restantes componentes del presente proyecto docente.
- Una vez desarrollados los algoritmos mencionados, D. Manuel Dorado Moreno se puso a trabajar en la mejora de la interfaz gráfica y la adición de un módulo multiobjetivo, siendo apoyado continuamente en la resolución de dudas y contratiempos por los profesores D. Pedro Antonio Gutierrez Peña y D. Juan Carlos Fernández Caballero.
- A partir de ahí se probó exhaustivamente la herramienta por todos los miembros del proyecto docente, hasta que se aprobó su uso.
- Después los participantes del proyecto, y más concretamente los profesores de las asignaturas involucradas, planearon su calendario docente para impartir la teoría correspondiente, para acto seguido realizar prácticas con la aplicación software desarrollado. Previo a la impartición de conocimientos se realizan encuestas por parte del resto de los miembros del proyecto docente (ANEXO 2). Dichas encuestas se ponen a disposición del alumnado en Moodle.
- Se crean guiones de prácticas (ANEXO 1) para las asignaturas involucradas, de manera que se puedan afianzar de manera real los conocimientos teóricos adquiridos, y usando como ayuda imprescindible para ello la aplicación informática desarrollada.
- Una vez realizadas las prácticas por parte de los alumnos en aulas de ordenadores, se pasan las mismas encuestas previas reordenadas para comprobar cuál había sido el grado de mejora con la metodología empleada. Los resultados obtenidos se pueden consultar en las siguientes secciones.
- Terminada las prácticas y con las encuestas realizadas, el equipo de participantes se reúne para analizarlas y sacar las conclusiones oportunas de la experiencia docente, para plasmar a continuación los resultados en la presente memoria.

## **5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad).

Vamos a organizar los resultados del proyecto desde dos puntos de vista distintos: en primer lugar, analizaremos los objetivos obtenidos y la disponibilidad de uso y, en segundo lugar, analizaremos las reacciones del alumnado y los resultados de las encuestas.

### **5.1 Resultados generales**

En cuanto a los resultados generales, todos los objetivos fueron alcanzados:

- Se hizo uso de herramientas TIC (requerido ampliamente en la educación actual) y de un software experimental para su utilización en las prácticas de determinadas asignaturas implicadas en este proyecto y que imparte la Universidad de Córdoba.
- Se desarrolló un algoritmo multiobjetivo de clasificación, de manera que se pudiera utilizar por el

alumnado en las prácticas de las asignaturas incluidas en el proyecto.

- Se instruyó a un becario en la realización de interfaces gráficas de usuario y se le proporcionaron conocimientos sobre aprendizaje automático. Su satisfacción propia ha sido tal que en este caso, D. Manuel Dorado Moreno, está colaborando asiduamente con el grupo de investigación AYRNA de la UCO, al cual pertenecen los participantes de este proyecto.

- Los conocimientos teóricos impartidos en cada asignatura se aplicaron, a nuestro parecer, con éxito en las prácticas, reforzando y aclarando los conceptos adquiridos previamente en clases de teoría.

- Los alumnos mejoraron su capacidad de gestión de la información, aplicación de los conocimientos teóricos para la obtención de conclusiones, mejoras y resultados, y desarrollaron aspectos prácticos del perfil profesional asociado a las asignaturas a las que se ha aplicado el proyecto.

- Se han cubierto gran parte de las competencias de las asignaturas en las que se ha utilizado la herramienta informática desarrollada.

## 5.2 Resultados de las encuestas

A continuación incluimos un resumen de los resultados obtenidos antes y después de realizar las prácticas de las asignaturas con la herramienta informática elaborada (las encuestas se pueden consultar en los Anexos de la presente memoria, de tal manera que el ANEXO 2 muestra la encuesta, el ANEXO 3 los resultados previos, y el ANEXO 4 los resultados posteriores). Todas las preguntas se valoraron con una escala de Likert con 5 categorías.

Los resultados están indicados en tanto por ciento sobre 100 sobre el número total de personas que contestan la encuesta y para cada pregunta. Para interpretar la tabla, las escalas de Likert para cada pregunta son las siguientes:

- Preguntas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 (Tipo1): NC=Ningún conocimiento; CE=Conocimiento escaso; CA=Conocimiento aceptable; BC=Buen conocimiento; CA=Conocimiento avanzado.
- Pregunta 3 (Tipo2): NC=Nunca; CE=Casi nunca; CA=Algunas veces; BC=Frecuentemente; CA=Muchísimo.
- Pregunta 10 (Tipo3): NC=Totalmente en desacuerdo; CE=En desacuerdo; CA=Ni de acuerdo ni en desacuerdo; BC=De acuerdo; CA=Totalmente de acuerdo.

Nº de cuestión	NC		CE		CA		BC		CA		Mejora/Empeora
	% previo	% posterior									
1	44	0	44	25	6	50	6	20	0	0	Mejora
2	44	0	39	10	11	60	6	30	0	0	Mejora
3	39	5	33	15	11	50	17	30	0	0	Mejora
4	22	0	44	5	28	50	0	40	0	5	Mejora
5	28	0	33	15	22	10	17	60	0	15	Mejora
6	56	0	17	15	22	25	6	45	0	15	Mejora
7	50	0	39	15	11	55	0	30	0	0	Mejora

8	78	35	17	30	0	30	6	5	0	0	Mejora
9	33	0	33	5	6	30	28	65	0	0	Mejora
10	6	0	0	5	11	15	67	35	17	45	Mejora

Se puede observar que en las preguntas de **Tipo 1** hay altos porcentajes en cuanto a respuestas en las que se muestra ninguno o escaso conocimiento sobre las técnicas de aprendizaje automático, pero en la encuesta posterior disminuyen de manera drástica, es decir, los alumnos que en las encuestas previas marcaban NC y CE pasan a CE y CA, y los alumnos que marcaban CA pasaban a marcar en la encuesta posterior BC.

Con respecto a las preguntas de **Tipo 2**, el porcentaje de respuestas que dicen que no se han utilizado herramientas informáticas como la desarrollada en este proyecto es muy alto. Por tanto este software ha proporcionado al alumnado un nuevo punto de vista para trabajar con problemas de aprendizaje automático y computación evolutiva.

Por último, en las preguntas de **Tipo 3**, antes de la experiencia, se observa que el alumnado era reticente en cuanto a la utilización del tipo de herramientas informáticas desarrolladas para el presente proyecto, pero las encuestas realizadas después muestran el alto grado de satisfacción sobre su uso y sobre su utilidad.

## 6. Utilidad (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).

La actividad ha resultado especialmente útil en tres aspectos:

- En primer lugar, en cuanto a la implantación de herramientas de aprendizaje automático y de su utilidad para los alumnos en su futuro a corto-medio plazo en el mercado laboral.
- Creemos, en función de nuestra experiencia diaria, que los conocimientos adquiridos por los alumnos sobre Aprendizaje Automático y sobre el uso de la aplicación informática desarrollada, les serán muy útiles en su trabajo, ya que actualmente hay muchísimas empresas que requieren el uso de estas técnicas para resolver problemas que difícilmente se pueden solucionar con otras metodologías.
- Nuestra impresión es que los alumnos han tenido un refuerzo de los conocimientos teóricos que otros años se antojaba difícil debido a la complejidad de las herramientas actuales disponibles en la red. En sucesivas clases de las asignaturas a las que se ha aplicado esta experiencia docente, se notaba, comparado con años anteriores, que el alumnado había comprendido mucho mejor lo que se había explicado en teoría al usar el software creado: hacían más preguntas, asentían sobre discusiones y debates en clase y proponían posibles soluciones a problemas usando la aplicación.

En segundo lugar, en cuanto al análisis de los resultados de las encuestas desde el punto de vista docente y de conocimientos:

- Las encuestas han servido para dejar patente una de las premisas de este proyecto docente, que era la carencia de herramientas cualificadas e intuitivas para el refuerzo y afianzamiento de conceptos teóricos de computación que son difícilmente asimilables en su comienzo.
- En tercer lugar, para ratificar a los participantes del presente proyecto, que es absolutamente necesario la creación y uso de herramientas informáticas que afiancen los conceptos adquiridos en teoría por parte del alumnado, no solo en las asignaturas implicadas sino a nivel general en todas las asignaturas de Informática y Ciencias de la Computación.

## 7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

De manera general, la experiencia ha sido más que satisfactoria y se espera mejorar el software creado en los

próximos cursos académicos, incorporando más gráficas y análisis de resultados a la herramienta, y un algoritmo de retropropagación del error en redes neuronales artificiales. Esto completaría la herramienta en cuanto al uso de algoritmos evolutivos y redes neuronales en tareas de aprendizaje automático.

Se observa que el alumnado afianza mejor los conceptos teóricos cuando se aplican a problemas reales, en este caso mediante una herramienta específica para ello.

## **8. Bibliografía.**

C.M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.

A. Murray. Applications of Neural Networks. Springer, 2010.

J. R. Rabuñal and J. Dorrado. Artificial neural networks in real-life applications. Idea Group Publishing, 2006.

Saad, A.; Avineri, E.; Dahal, K.; Sarfraz, M.; Roy, R. Soft Computing in Industrial Applications. Recent and Emerging Methods and Techniques. Advances in Intelligent and Soft Computing, Vol. 39, 2007.

Paliouras, G; Karkaletsis, V; Spyropoulos, CD. Machine Learning and Its Applications. Advanced Lectures. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2049, 2001.

Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Los procesos de inserción laboral de los titulados universitarios en España. Factores de facilitación y de obstaculización. Fecha de consulta Febrero 2012. Disponible en: [http://www.aneca.es/media/308144/publi\\_procesosil.pdf](http://www.aneca.es/media/308144/publi_procesosil.pdf)

Freddy Rojas Velásquez. Enfoques sobre el aprendizaje humano, pág. 1. Disponible en: [http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/Enfoques\\_sobre\\_el\\_aprendizaje1.pdf](http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/Enfoques_sobre_el_aprendizaje1.pdf). Junio de 2001.

C.A. Coello, G.B. Lamont, and D.A.V. Veldhuizen. Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems. Genetic and Evolutionary Computation. Springer, 2007.

J.C. Fernández Caballero, F. J. Martínez Estudillo, C. Hervas Martínez, P. A. Gutiérrez Peña. Sensitivity Versus Accuracy In Multi-Class Problems Using Memetic Pareto Evolutionary Neural Networks. IEEE Transactions on Neural Networks, 21 – 5, 750 – 770, 2010.

### **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, a 14 de Mayo de 2013

**Sr Vicerrector de Estudios de Postgrado y Formación Continua**