



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Memoria final de Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente
(Innova-Docencia)

Convocatoria 2017 / 2018

Nº de proyecto: 63

BigMark: análisis y predicción de calificaciones mediante Big Data

Responsable del proyecto: Carlos León Aznar

Facultad de Informática

Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial

ÍNDICE

Objetivos propuestos en la presentación del proyecto	3
Objetivos alcanzados	5
Metodología empleada en el proyecto	7
recursos humanos	8
Desarrollo de las actividades	9

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ejemplo de la hoja de cálculo que predice el rendimiento docente	9
Ejemplo de muestra de la nota media de un grupo.	10
Ejemplo de la aplicación mostrando calificaciones medias de un grupo.	10
Ejemplo de creación de grupos de alumnos según su nota en la aplicación.	11

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) contempla la importancia y el valor de la evaluación continua. Si bien las ventajas de la misma son muchas, en ocasiones la forma en la que se usan los resultados parciales no es óptima. Por otro lado, los avances recientes en el manejo de datos con algoritmos de Inteligencia Artificial proporcionan una serie de técnicas de estudio de datos que permiten extraer información muy útil de forma automática. Algunas de estas técnicas son el Aprendizaje Automático (Machine Learning), el Análisis de Datos (Data Analysis) y el Big Data.

En este contexto, proponemos un proyecto de innovación docente en el que apliquemos estas técnicas de análisis de datos inteligentes para extraer información a partir de las calificaciones obtenidas por los alumnos durante el curso. El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación inteligente, disponible a través del navegador web o del móvil, para que tanto los profesores como los alumnos puedan ver las calificaciones del curso, compararlas e incluso predecirlas.

La predicción se consigue mediante el análisis de datos y la aplicación de técnicas de regresión estadística a partir de los datos del curso actual y de los cursos anteriores, tanto del alumno que busca información como (de forma anonimizada) de sus compañeros. Esta aplicación será capaz, a partir de los datos de una asignatura (notas, alumnos, asistencia...), de:

- Mostrar gráficas de evolución y de comparación entre grupos.
- Generar informes de tendencias.
- Generar comparativas de las notas del curso actual con las notas de otros años.
- Tener información sobre el impacto de cada actividad docente en el éxito de la asignatura.
- Comparación de la nota del alumno con la nota media de sus compañeros de clase.
- Identificación por parte del alumno del grupo de notas (alto-medio-bajo) en el que se encuentra.
- Predecir la nota de los alumnos según su histórico, y poder actuar a tiempo en el caso de que la nota que ha predecido el sistema no sea buena.

Esta información estará disponible tanto para los profesores como para los alumnos de distintas maneras. Un ejemplo de uso sería el siguiente:

1. Un profesor introduce en la aplicación los datos de la asignatura: tareas, alumnos y calificaciones en cada una de las tareas.
2. El profesor analiza los datos, viendo qué grupos de alumnos hay en cuanto a aprovechamiento (alumnos sobresalientes, notables...). También ve las tendencias, la nota esperada de cada alumno, y una comparativa con el desarrollo del curso anterior. Además, ve que el impacto de la Actividad 4 (que no estaba presente el curso anterior) ha sido muy positivo.
3. Un alumno dado de alta accede a la plataforma (por ejemplo, a través de su teléfono móvil) y ve la nota que el sistema predice que obtendrá al final de curso. También podrá ver en qué grupo de estudiantes se encuentra, por ejemplo, en el grupo de estudiantes sobresalientes.

4. Otro alumno ve su relación con el resto de la clase (con las notas de sus compañeros anónimas), y el sistema le recomienda que repase las lecciones 3 y 4, ya que ha descubierto que su contenido es el que más está impactando de forma negativa en su nota.

A continuación se detallan los objetivos particulares propuestos en este proyecto (los alcanzados se discuten en el siguiente apartado).

O1: AUTOMATIZAR EL ANÁLISIS DE DATOS Y MOSTRAR INFORMES SOBRE EL DESARROLLO DE LAS EVALUACIONES DE UNA ASIGNATURA

El prototipo será capaz de generar de forma autónoma gráficas e informes detallados sobre la evolución real de la asignatura, más allá de una simple lista de notas o información sobre la nota media. Esto se hará sin necesidad de intervención humana directa, el profesor no tendrá que introducir fórmulas o elaborar complejos programas, ya que los algoritmos que se usarán crearán las gráficas y los informes automáticamente a partir de los datos facilitados por los docentes.

O2: COMPARAR LOS RESULTADOS, DE FORMA GRÁFICA, ENTRE GRUPOS, CURSOS Y ALUMNOS

Los profesores y los alumnos podrán no sólo ver la información de cada uno de ellos por separado, sino también comparar los resultados con los de otros grupos y otros alumnos, del curso actual o de cursos anteriores. Según el rol, se tendrá acceso a una u otra información, siempre respetando las directrices de Privacidad y de Protección de Datos.

O3: OFRECER ACCESO A LA INFORMACIÓN Y A SU USO A TRAVÉS DE INTERNET, TANTO POR UNA APLICACIÓN WEB COMO POR EL TELÉFONO MÓVIL

Es fundamental que el acceso a los datos se haga en tiempo real y online. El acceso a la información se realizará a través de la web, con una interfaz usable y que se adaptará a los distintos dispositivos (ordenador, móvil y tableta). Cada usuario tendrá su nombre de usuario y contraseña para garantizar la privacidad de datos.

O4: IDENTIFICAR GRUPOS DE ALUMNOS SIMILARES PARA OFRECER SOLUCIONES A SUS NECESIDADES ESPECÍFICAS

El sistema será dotado de técnicas de identificación estadística de grupos. Así, mediante el análisis estadístico automático de la evolución de los alumnos en una asignatura, se identificarán diferentes grupos en clase. El sistema también permitirá estudiar, para cada grupo, el impacto de las diferentes actividades en su rendimiento. Por ejemplo, el sistema descubrirá automáticamente grupos de rendimiento bajo y podrá informar al docente a través de la aplicación online.

O5: GENERAR PREDICTORES DE CALIFICACIÓN, DE FORMA QUE SE ESTIME EL RESULTADO FINAL A PARTIR DEL HISTÓRICO DE CALIFICACIÓN

Los sistemas de predicción usarán datos de la calificación de los alumnos y su relación con la asignatura para hacer una predicción de forma automática de la nota del alumno. Más específicamente, el sistema hará una predicción aproximada de cuál es la nota final que puede esperar el alumno. Así, el alumno podrá reaccionar a tiempo y el profesor podrá adaptar el desarrollo de la asignatura para aumentar el éxito.

Aunque el proyecto fue aceptado, no recibió la financiación solicitada, por lo que tuvimos que modificar el alcance de los objetivos planteados inicialmente. En particular, al no disponer de fondos para contratar a un programador externo, el desarrollo de las aplicaciones se planteó como **prototipos** que demostraron la viabilidad de la propuesta. Los prototipos tienen la funcionalidad prevista en la propuesta inicial, pero no tienen el grado de estabilidad necesario para ser usados en entornos reales ni han sido desarrollados para dar servicio a un gran número de usuarios.

Por otra parte, al no disponer de un programador que pudiera dedicarse a tiempo completo al desarrollo de las aplicaciones, los prototipos no pudieron ser completados hasta muy avanzado el curso y, por tanto, no pudieron ser evaluados en clase. Sin embargo, sí hemos evaluado la metodología propuesta en este proyecto en dos asignaturas, analizando los factores predictivos.

A continuación se detallan los objetivos particulares alcanzados durante el desarrollo del proyecto:

O1: AUTOMATIZAR EL ANÁLISIS DE DATOS Y MOSTRAR INFORMES SOBRE EL DESARROLLO DE LAS EVALUACIONES DE UNA ASIGNATURA

Se han desarrollado sistemas de análisis automatizados en tablas de hojas de cálculo (Excel y Google Sheets), de forma que la interfaz de análisis de los resultados académicos de los estudiantes sea conocido para futuros docentes. Independientemente de la plataforma, consideramos importante poner a disposición de los usuarios los resultados del proyecto de innovación docente, con la opción de exportar notas desde el CV y poder ver, añadiendo simplemente las notas de otros años, cuál es la predicción que hace el sistema.

Estas hojas de cálculo son un primer prototipo que sirve para describir el tipo de información que la aplicación necesita y los análisis que es capaz de realizar. Además, permite realizar un estudio pormenorizado de los datos, gestionarlos de forma avanzada y particularizada en el grupo concreto.

O2: COMPARAR LOS RESULTADOS, DE FORMA GRÁFICA, ENTRE GRUPOS, CURSOS Y ALUMNOS

A pesar de que el prototipo final para los profesores y los alumnos no pudo ser desarrollado completamente y, así, utilizarlo en el día a día de una asignatura, la versión de análisis para profesores implementada en hojas de cálculo sí que permite hacer una visualización comparativa de datos y grupos.

O3: OFRECER ACCESO A LA INFORMACIÓN Y A SU USO A TRAVÉS DE INTERNET, TANTO POR UNA APLICACIÓN WEB COMO POR EL TELÉFONO MÓVIL

Como consecuencia de la falta de financiación del proyecto, las aplicaciones propuestas no han podido desarrollarse hasta el punto de poder usarlas en clase.

Sin embargo, se han realizado prototipos en los que mucha de la funcionalidad que es requerida para una aplicación para usuario final está presente. En estos prototipos se puede hacer una visualización de datos, subida y bajada de notas, y una comparativa sencilla de resultados según los diferentes alumnos.

O4: IDENTIFICAR GRUPOS DE ALUMNOS SIMILARES PARA OFRECER SOLUCIONES A SUS NECESIDADES ESPECÍFICAS

Los algoritmos de aprendizaje máquina que se han usado en el proyecto de innovación docente, y en particular aquellos que sirven para identificar *clusters* de datos, se han incorporado a la implementación del sistema, tanto para la versión en hojas de cálculo como en la versión prototipo de aplicación web.

Estos permite identificar grupos de alumnos cuyo desarrollo en la asignatura no es positivo, y no sólo actuar de forma conjunta sobre ellos, sino también ver cómo las diferentes actuaciones aplicadas tienen mayor o menor efecto.

O5: GENERAR PREDICTORES DE CALIFICACIÓN, DE FORMA QUE SE ESTIME EL RESULTADO FINAL A PARTIR DEL HISTÓRICO DE CALIFICACIÓN.

Tal y como se explica más adelante en el desarrollo de la actividad del proyecto de innovación docente, se ha conseguido generar un sistema de entrenamiento de modelos que permite predecir hasta cierto punto la calificación final del alumno en base a su desempeño actual y los datos de años anteriores de la misma asignatura.

El proyecto se organizó según los siguientes módulos (nombrados de M1 a M5). Esta metodología resultó ser muy apropiada para el desarrollo de las actividades. Así, se cumplieron todos los objetivos metodológicos excepto los M3 y M4, debido a la ausencia de financiación y a la correspondiente falta de desarrolladores. Aún así, M3 se realizó parcialmente, como un prototipo, y M4 se llevó a cabo según los motores de aprendizaje, pero sin la herramienta de usuario final.

M1: RECOGIDA DE DATOS DE ASIGNATURAS

El primer módulo consistió en la recogida de datos reales de una asignatura finalizada para ajustar los parámetros de los algoritmos de aprendizaje. Los datos de los alumnos fueron anonimizados.

M2: DESARROLLO DE ALGORITMOS DE ANÁLISIS DE DATOS Y MUESTRA DE RESULTADOS

A partir de los datos del primer módulo (M1), se decidió qué algoritmos de aprendizaje automático eran los más apropiados y se realizaron distintas pruebas que permitían establecer los parámetros más adecuados.

M3: CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB ONLINE PARA LA INTRODUCCIÓN DE DATOS Y LA VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Se implementó un prototipo funcional, pero no final dado la falta de recursos. Este prototipo será la base para futuros desarrollos de este proyecto de innovación docente.

M4: IMPLANTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LA APLICACIÓN EN UNA ASIGNATURA REAL

La implantación del prototipo no fue posible dado que su funcionalidad no estaba acabada, pero se recogieron datos reales de alumnos tanto de años anteriores como de este año para entrenar y validar los modelos predictivos y los parámetros establecidos en el objetivo M2.

M5: ESTUDIO A POSTERIORI DE LA EFICACIA DEL ANÁLISIS, SEGÚN LOS RESULTADOS REALES DE LA EVALUACIÓN

Finalmente, se estudió el uso de los algoritmos, y se analizó la eficacia de las predicciones y de los datos estadísticos en función de las calificaciones reales obtenidas.

El equipo de trabajo ha estado formado por docentes con experiencia en distintas asignaturas de la Facultad de Informática y con experiencia desarrollando programas de ordenador, herramientas de e-learning y aplicaciones web y sistemas de Inteligencia Artificial, aprendizaje automático y Big Data.

Además, el equipo de trabajo ya ha habido participado en convocatorias anteriores de los PIMCD (2010 -161), (2011-72), (2013-76), (2014-96), (2015-262) y (2016-187) en los que el grupo exploró técnicas de gamificación orientadas a fomentar la participación de los estudiantes en clase.

La selección del grupo fue llevada a cabo de acuerdo a los siguientes criterios que resultan fundamentales para poder realizar el proyecto de una manera satisfactoria:

- Docentes con experiencia en asignaturas de distintos cursos de los nuevos grados en los que se valora la participación en clase: Carlos León es profesor de la asignatura de Fundamentos de la Programación (primer curso). Antonio Sánchez es profesor de las asignaturas de Estructuras de Datos y Algoritmos (segundo curso) y Desarrollo de Sistemas Interactivos (cuarto curso). Antonio Sánchez y Carlos León imparten, respectivamente, Proyectos I y II (primero y segundo cursos), Virginia Francisco es profesora de la asignaturas de Bases de Datos (segundo curso) y Gestión de Proyectos Software y Metodologías de Desarrollo (tercer curso). Raquel Hervás e Iván Martínez son profesores de la asignatura Aplicaciones Web (tercer curso).
- Investigadores con experiencia en el desarrollo de aplicaciones Web: Iván Martínez aporta experiencia de desarrollo en las distintas tecnologías usadas por la UCM, incluyendo tanto el Campus Virtual como las herramientas de gestión. Raquel Hervás participa en diversos proyectos relacionados con el desarrollo de herramientas Android para móviles en el campo de la accesibilidad y el procesamiento del lenguaje. Iván Martínez participa en diversos proyectos relacionados con el desarrollo de juegos educativos para plataformas Android. Antonio Sánchez ha impartido clases relacionadas con la creación de videojuegos en plataformas Android.
- Investigadores con experiencia en el desarrollo de herramientas de Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial: Carlos León, Raquel Hervás, Virginia Francisco y Antonio Sánchez son expertos en Sistemas Inteligentes y Aprendizaje Automático en sus respectivos subcampos de investigación.
- Investigadores con experiencia en diseño orientado al usuario: Antonio Sánchez y Raquel Hervás son expertos en diseño orientado al usuario tanto para aplicaciones web como móviles, haciendo que el diseño de las mismas sea más sencillo e intuitivo para el usuario final. Además son profesores de la asignatura Desarrollo de Sistemas Interactivos.
- Todos los miembros del equipo son Ingenieros Informáticos y doctores en la rama de la Informática, y cuentan con una gran experiencia en el desarrollo de aplicaciones.

El proyecto se implementó según los paquetes de trabajo PT1 a PT5:

PT1: RECOGIDA DE DATOS DE ASIGNATURAS

Se eligieron los datos de las asignaturas Desarrollo de Sistemas Interactivos (DSI) y Gestión de Proyectos Software y Metodologías de Desarrollo (GPS).

Se buscaron y exportaron los datos de la impartición de las asignaturas de años anteriores. Antes de compartir los datos con el resto del equipo de trabajo, los datos fueron anonimizados.

En este punto fue importante *alinear* los datos de los diferentes periodos de impartición de las asignaturas, es decir, hacer que el desarrollo de las actividades coincidiera entre los distintos años.

Es importante, para todos los procesos de aprendizaje máquina, que cada una de las muestras que el sistema *aprende* esté representada según las mismas columnas. Sin embargo, a lo largo de los años, las tareas y trabajos evaluables evolucionan y no siempre son los mismos. Por tanto, las profesoras de DSI y GPS hicieron un proceso a mano en el cual identificaron cómo había que emparejar las actividades evaluables de los años anteriores para que fuera posible llevar a cabo el aprendizaje con las notas del año actual.

PT2: DESARROLLO DE ALGORITMOS DE ANÁLISIS DE DATOS Y MUESTRA DE RESULTADOS

Una vez que los datos estuvieron exportados, anonimizados y alineados, se llevó a cabo un estudio de la calidad relativa de los diferentes algoritmos de aprendizaje máquina con respecto a los datos de entrada.

Cada algoritmo de aprendizaje tiene unas ventajas y unas desventajas relativas en función del tipo de datos de entrenamiento, y es común en el campo la búsqueda del algoritmo que mejor aproxima la solución. Fue precisamente en el desarrollo de este proceso cuando empezó a gestarse toda una aplicación en forma de hoja de cálculo para el análisis predictivo de las notas.

Tal ha sido, de hecho, la utilidad que se ha encontrado, que se considera que esta plataforma de análisis como hoja de cálculo es uno de los resultados más relevantes del proyecto de innovación docente. En la Ilustración 1 se puede ver un ejemplo de la hoja de cálculo creada para predecir el rendimiento docente.

Apellidos	P1	P2	E1	E2	TOTAL
	4,00	4,00	2,50	2,08	1,368463
	8,13	2,63	2,50	0,00	4,332802
	4,50	6,19	0,42	0,83	4,08746
	10,00	7,88	2,50	2,50	7,624193
	8,00	5,50	1,67	2,50	7,541104
	6,25	5,31	2,50	1,92	4,529409
	4,00	4,00	1,67	1,46	2,638255
	8,13	2,63	0,83	2,08	4,970224
	10,00	7,88	0,42	1,67	6,196802
	10,00	7,88	0,83	0,83	5,138623
	8,13	2,63	2,50	2,50	4,344152

Ilustración 1: Ejemplo de la hoja de cálculo que predice el rendimiento docente

Tras las pruebas de los algoritmos con los resultados parciales del proyecto, se comprobó que tanto los modelos lineales como los no lineales daban resultados similares, así que se decidió usar modelos lineales debido principalmente a que es posible, a partir de modelos lineales, saber cuáles son las actividades docentes que mayor impacto tienen en el resultado de las actividades evaluables finales.

PT3: CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA INTRODUCCIÓN DE DATOS Y LA VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Se implementó un prototipo de la aplicación web básico en el que la funcionalidad principal estuviera representada y probada. Dicho prototipo se puede ver en las Ilustraciones 2, 3 y 4.

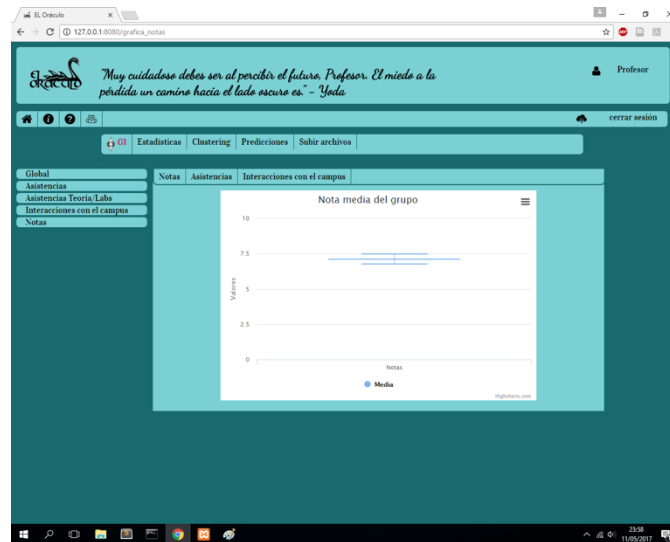


Ilustración 2: Ejemplo de muestra de la nota media de un grupo.

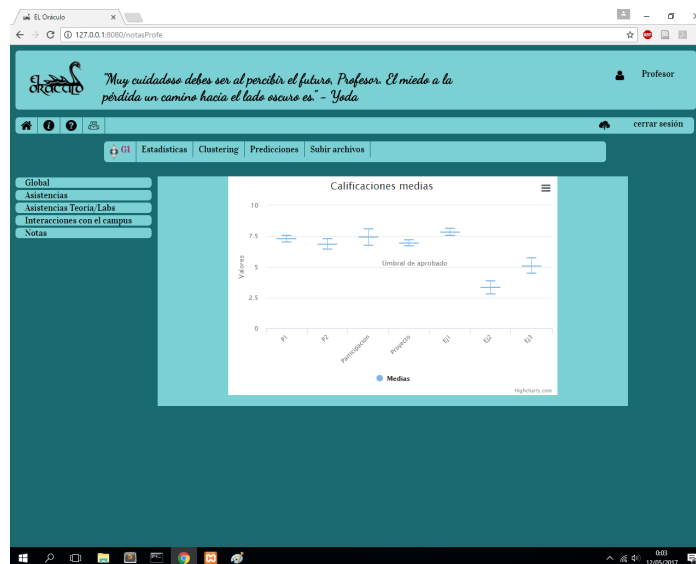


Ilustración 3: Ejemplo de la aplicación mostrando calificaciones medias de un grupo.

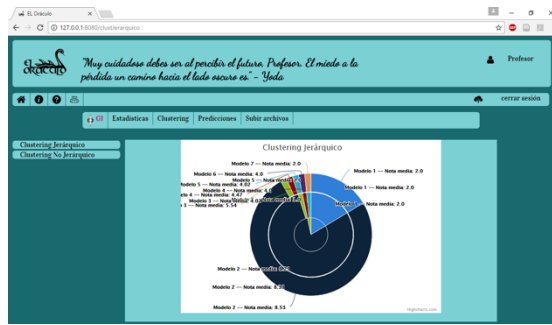


Ilustración 4: Ejemplo de creación de grupos de alumnos según su nota en la aplicación.

PT4: IMPLANTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LA APLICACIÓN EN UNA ASIGNATURA REAL

A pesar, como se ha comentado anteriormente, de que no fue posible implantar el prototipo web en las asignaturas cuyos datos sirvieron de origen, sí que se estudiaron los datos del curso 2017/2018 en cuanto a las predicciones, a través del análisis con los algoritmos de aprendizaje. Este estudio habilitó la extracción de conclusiones que se desarrollan en el PT5.

PT5: ESTUDIO A POSTERIORI DE LA EFICACIA DEL ANÁLISIS, SEGÚN LOS RESULTADOS REALES DE LA EVALUACIÓN

El estudio de los datos demostró que los algoritmos usados no pueden predecir la nota final con exactitud (muy probablemente porque esta depende del trabajo del alumno al afrontar la evaluación final), pero sí son capaces de encontrar grupos de alumnos que van bien y acaban teniendo buenos resultados, e identificar alumnos cuyo rendimiento académico tiene probabilidades muy altas de llevarles a suspender la asignatura. Se espera que, mediante el refinado de los parámetros de los algoritmos usados y un mayor volumen de datos, se pueda informar automáticamente a un alumno o a sus docentes de cómo está yendo su desarrollo académico.

El estudio de los datos, además, mostró que es necesario un volumen de datos muchísimo mayor, tanto en alumnos como en años anteriores, para mejorar la precisión de los algoritmos de aprendizaje máquina.

Cuando el volumen de los datos de entrada es muy bajo, estos algoritmos son muy sensibles a datos que no se ajustan al desarrollo normal. Por ejemplo, un alumno que haya tenido un rendimiento muy bajo pero que haya hecho un esfuerzo grande al final no es muy común, pero con relativamente pocos datos de entrada (que es nuestro caso), el algoritmo de aprendizaje creará que es un patrón común.

En general, se considera que el desarrollo del proyecto de innovación ha sido satisfactorio, ya que hemos sido capaces de encontrar muchos patrones de predicción prometedores. Aunque es evidente que hacen falta más datos, creemos que se ha hecho un avance importante.

El siguiente paso será avanzar el prototipo software de forma que sea posible usarlo de verdad en una asignatura y así comprobar cuál es el efecto de la predicción sobre el alumnado.

Ahora mismo se está estudiando dentro del equipo de trabajo escribir un artículo científico que resuma la efectividad de los algoritmos y la eficacia de la solución en un entorno real de clase.