

# CADI 2016

7,8 Y 9 DE SEPTIEMBRE  
RESISTENCIA - CHACO



## III CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA

En conjunción con:

### CAEDI 2016

IX CONGRESO ARGENTINO DE  
ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA



**UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL  
RESISTENCIA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL NORDESTE  
FACULTAD  
DE INGENIERÍA**



**confedi**

**Editores:**

Alejandro Farias  
Jorge Pilar  
Cesar J. Acuña

# **CADI 2016**

## **III CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA**

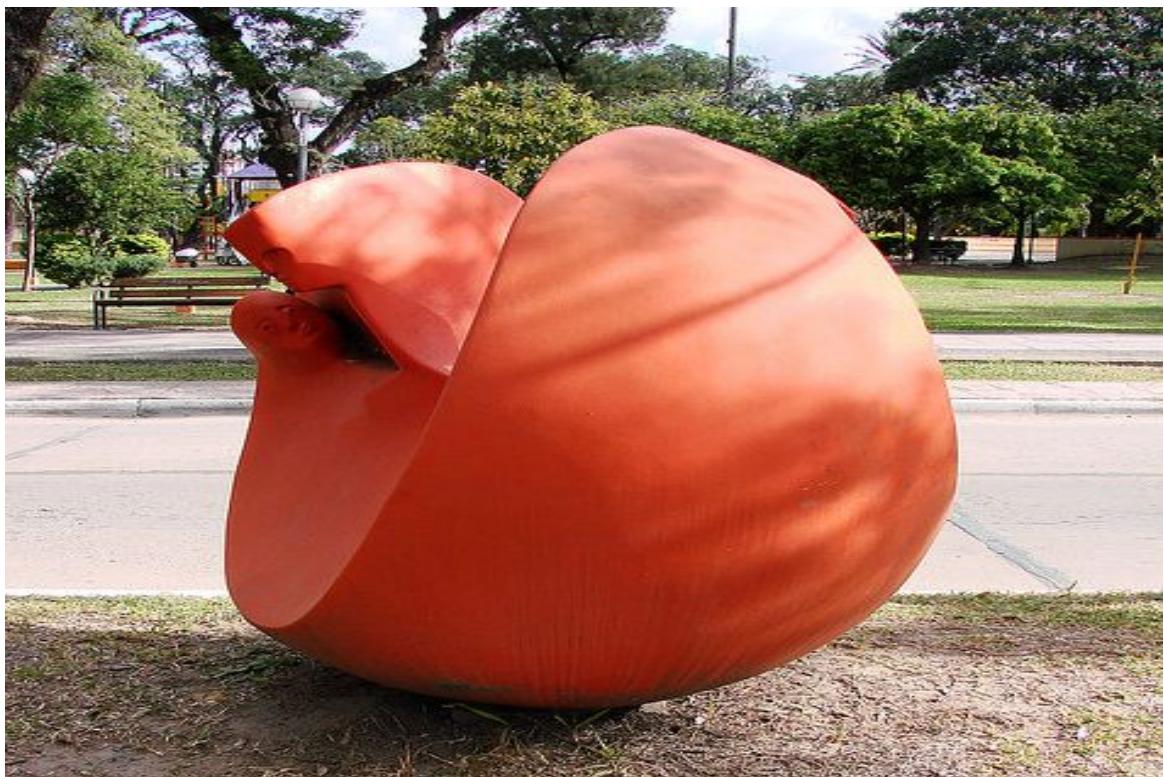
En conjuncion con:

**CAEDI 2016**  
**IX CONGRESO ARGENTINO DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA**

7,8 y 9 de Septiembre de 2016  
Resistencia | Chaco | Argentina

Actas del III Congreso Argentino de Ingeniería: CADI 2016. 1º Edición  
Compilado por Alejandro Rubén Farías, Jorge Pilar, César J. Acuña  
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Resistencia - 2016.  
Libro digital, PDF - Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-42-0173-1

# Gestión de la Educación en Ingeniería (Enseñanza de la Ingeniería CAEDI)



# SIMULADOR PARA ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE SISTEMAS DE CÓMPUTOS

**David L. la Red Martínez**, Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE,

[lrmdavid@exa.unne.edu.ar](mailto:lrmdavid@exa.unne.edu.ar) [laredmartinez@gigared.com](mailto:laredmartinez@gigared.com)

**Carlos A. Romero**, Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE,

[2386@live.com.ar](mailto:2386@live.com.ar)

**Resumen**— En este trabajo se comentan los principales aspectos de un desarrollo efectuado para las asignaturas “Sistemas Operativos” y “Evaluación de Sistemas de Procesamiento de Datos” de la Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE, donde se hizo hincapié en los algoritmos para el Análisis de Rendimiento en Sistemas de Cómputos. Motivó la realización del trabajo el haber detectado que existen dificultades en los alumnos en identificar la fórmula que se debe utilizar en cada uno de los enunciados de los ejercicios prácticos referidos a análisis de rendimiento; por ello la propuesta consistió en poner a disposición de los alumnos una herramienta como complemento de lo desarrollado en clase. Se realizó un aplicativo web diseñado para motivar el proceso de enseñanza - aprendizaje, basado en un applet que actúa como contenedor de las diferentes interfaces utilizadas. Cada una de ellas representa la ejecución de un método de evaluación de rendimiento, incluyéndose ley de Amdhal, rendimiento, mejora, análisis comparativo, análisis operacional, caracterización de la carga y planificación de la capacidad. Además, se desarrolló un aplicativo web que permite al alumno autoevaluar los aprendizajes logrados. La implementación del aplicativo web hace uso del b-learning, modelo de enseñanza - aprendizaje combinado, que recoge las ventajas del modelo a distancia y aprovecha la importancia del grupo, el ritmo de aprendizaje y el contacto directo con el profesor propio de la enseñanza presencial.

**Palabras clave**— *sistemas operativos, evaluación de rendimiento, modelado para análisis de rendimiento, simulación, sistemas de cómputos.*

## 1. Introducción

En este trabajo se comentan los principales aspectos de un desarrollo efectuado para las asignaturas “Sistemas Operativos” y “Evaluación de Sistemas de Procesamiento de Datos” de la Licenciatura en Sistemas de Información de la FaCENA de la UNNE, donde se hizo hincapié en los algoritmos para el Análisis de Rendimiento en Sistemas de Cómputos. Es preciso señalar que el desarrollo efectuado está a disposición de otras asignaturas y de otras Universidades.

En las mencionadas asignaturas se ha detectado que existen dificultades en los alumnos en identificar la fórmula que se debe utilizar en cada uno de los enunciados de los ejercicios prácticos referidos a análisis de rendimiento; por ello la propuesta consistió en poner a disposición de los alumnos una herramienta como complemento de lo desarrollado en clase y del material suministrado por la cátedra.

Se realizó un aplicativo web diseñado para motivar el proceso de enseñanza - aprendizaje, basado en un applet que actúa como contenedor de las diferentes interfaces utilizadas. Cada una de ellas representa la ejecución de un método de evaluación de rendimiento, incluyéndose ley de Amdhal, rendimiento, mejora, análisis comparativo, análisis operacional, caracterización de la carga y planificación de la capacidad [1] [2].

Además, se desarrolló un aplicativo web que permite al alumno autoevaluar los aprendizajes logrados. La implementación del aplicativo web hace uso del b-learning [3] [4] [5], modelo de enseñanza aprendizaje combinado, que recoge las ventajas del modelo a distancia y aprovecha la importancia del grupo, el ritmo de aprendizaje y el contacto directo con el profesor propio de la enseñanza presencial [6] [7] [8].

Tanto el e-learning como el b-learning [9] son modelos de aprendizaje en los que el estudiante tiene que desarrollar habilidades importantes para su vida futura: buscar y encontrar información relevante en la red, desarrollar criterios para valorar esa información según indicadores de calidad, aplicar información a la elaboración de nueva información y a situaciones reales, trabajar en equipo compartiendo y elaborando información, tomar decisiones en base a informaciones contrastadas y tomar decisiones en grupo. El alumno que escucha al profesor generalmente no desarrolla esas competencias o, mejor dicho, el modelo de enseñanza no ayuda al desarrollo de esas competencias. El modelo de enseñanza semipresencial fomenta en el estudiante el desarrollo de estas competencias como parte de su aprendizaje.

Una de las tecnologías utilizadas en los sistemas de b-learning hace uso de facilidades brindadas por el lenguaje Java, utilizado desde navegadores de Internet; estas facilidades están soportadas especialmente por los applet [10], que han sido utilizados en el desarrollo del software objeto de este artículo, el que ha sido organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se indicará la metodología y las herramientas utilizadas, en la Sección 3 se describirá resumidamente (por razones de espacio) el producto desarrollado, en la Sección 4 se presentarán las conclusiones y líneas futuras de trabajo, finalizándose con las referencias bibliográficas.

## **2. Metodología y Herramientas Utilizadas**

La metodología de desarrollo utilizada ha sido la evolutiva incremental. Es conveniente elegir un modelo de proceso diseñado para producir el software en forma incremental en aquellos casos en que los requisitos iniciales del software están bien definidos en forma razonable, sin embargo, el enfoque global del esfuerzo de desarrollo no se adapta a un proceso puramente lineal [11]. O puede darse el caso también de una necesidad imperiosa de proporcionar de manera rápida un conjunto limitado de funcionalidad del software.

En base a una identificación de los servicios que debe proporcionar el sistema, junto a una priorización de los mismos, hecha por el cliente, se definen los incrementos que irán proporcionando un subconjunto de la funcionalidad del sistema [12]. Los primeros incrementos son versiones incompletas del producto final, pero proporcionan al usuario la funcionalidad que necesita y una plataforma para evaluarlo.

El desarrollo se organiza en una serie de mini-proyectos cortos, de duración fija, llamados iteraciones; el resultado de cada uno es un sistema que puede ser probado, integrado y ejecutado. Cada iteración incluye sus propias actividades de análisis de requisitos, diseño, implementación y pruebas [13].

La selección de herramientas se ha dividido en dos etapas, la primera orientada a la construcción del applet integrado que a su vez es contenedor de todos los algoritmos desarrollados. En esta etapa se ha utilizado como entorno a IDE NetBeans y como lenguaje de programación a Java con JFreeChart para los gráficos.

La segunda etapa consistió en la creación del cuestionario web en PHP con base de datos MySQL, a través del cual el alumno puede autoevaluarse de los contenidos dictados respondiendo un conjunto de preguntas. Se han utilizado herramientas para la creación de los casos de usos, base de datos, servidor local y codificación. Se utilizaron los siguientes programas: StarUML, MySQL, PhpMyAdmin, XAMMP, Dreamweaver, Sublime Text y los siguientes lenguajes de programación PHP, CSS y Javascripts.

Este proyecto se dividió en tres etapas. La primera de ellas consistió en la recopilación bibliográfica y en el estudio de los diferentes algoritmos. La segunda fue la construcción del applet para poder integrar todos los algoritmos con el propósito de que el alumno al ingresar pueda contar con todo el contenido ordenado por métodos. La tercera consistió en la elaboración de un cuestionario web, que permite al alumno realizar el proceso de autoevaluación de sus aprendizajes; también en esta etapa se integraron el applet y el cuestionario en un sitio web.

En la etapa 1 se realizó lo siguiente:

- Relevamiento de información y ejemplos de sistemas desarrollados en la web.
- Ahondamiento en el marco teórico. Se consultó como fuente de datos a documentos y herramientas de las asignaturas Sistemas Operativos y Evaluación y Procesamiento de Datos, trabajos similares, tesis y a personas con conocimientos en diseño de applet didácticos.
- Estudio y valoración de las dificultades más importantes que se presentan en los alumnos para comprender los contenidos teóricos.
- Selección de los contenidos teóricos más importantes a tener en cuenta.

La etapa 2 se dividió en las siguientes sub-etapas:

- Sub-etapa 1: Análisis del sub-sistema de métodos:
  - Selección de información referida a los métodos que se implementarán:
    - Ley de Amdhal.
    - Rendimiento.
    - Mejora.
    - Análisis comparativo.
    - Análisis operacional.
    - Caracterización de la carga.
    - Planificación de la capacidad.
  - Análisis de los algoritmos: se estudió el comportamiento de cada uno de ellos a través de ejercicios prácticos.
  - Especificación de las interfaces: Se describieron las prestaciones que se deberían cumplir:
    - Desplegar las fórmulas y conceptos utilizados en los cálculos.
    - Disponer de una ayuda en línea.
    - Desplegar gráficamente los resultados obtenidos.
- Sub-etapa 2: Diseño del sub-sistema de métodos:
  - Diseño de los menús utilizados.
  - Edición y ubicación de las fórmulas.
  - Diseño de gráficos e informes de textos.
  - Diseño de las interfaces para los diferentes métodos.
  - Diseño de las descripciones emergentes (tooltips de ayuda) para los diferentes métodos.
- Sub-etapa 3: Desarrollo del sub-sistema de métodos:
  - Desarrollo del menú principal.
  - Adecuación de las imágenes que serían incluidas en las interfaces.

- Desarrollo del gráfico representativo de cada uno de los resultados.
- Desarrollo de las interfaces en el lenguaje java.
- Creación e inserción de los tooltips a las interfaces.
- Unión de las interfaces dentro del menú principal.
- Sub-etapa 4: Implementación del sub-sistema de métodos:
  - Prueba y validación del aplicativo.
  - Implementación final del aplicativo.

La etapa 3 se ha dividido en las siguientes sub-etapas:

- Sub-etapa 1: Análisis del sub-sistema de autoevaluación:
  - Estudio de los sistemas b-learning y sus funcionalidades de autoevaluación.
  - Selección del contenido teórico disciplinar específico a incluir en el cuestionario de autoevaluación (temas, preguntas y respuestas).
  - Definición de los alcances del sub-sistema y sus funcionalidades.
  - Selección de herramientas: Se han utilizado herramientas para la creación de los casos de uso, base de datos, servidor local, etc. Se utilizaron los siguientes programas: Dreamweaver, Sublime Text, XAMMP, MySQL, PhpMyAdmin, StarUML y los siguientes lenguajes de programación PHP, CSS y Javascripts.
  - Realización de diagramas de casos de uso: Se muestra el conjunto de casos de uso y actores (un actor puede ser tanto un sistema como una persona) y sus relaciones, es decir, muestra quién puede hacer qué y las relaciones que existen entre acciones. Se modela la funcionalidad del sistema agrupándola en descripciones de acciones ejecutadas por un sistema para obtener un resultado.
  - Preparación de tablas de conversación: Los casos de uso se documentan con texto informal, denominado descripción de los casos de uso o conversación. Se utiliza una lista numerada de los pasos que sigue el actor para interactuar con el sistema.
  - Generación de diagramas de secuencia: Muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo y se modela para cada caso de uso.
- Sub-etapa 2: Diseño del sub-sistema de autoevaluación:
  - Definición de perfiles:
    - 1. Alumno.
    - 2. Profesor.
    - 3. Administrador.
  - Diseño de interfaces:
    - 1. Diseño de la interfaz para el perfil Alumno.
    - 2. Diseño de la interfaz para el perfil Profesor.
    - 3. Diseño de la interfaz para el perfil Administrador.
  - Diseño del modelo de datos: El modelo de datos que se ha diseñado está soportado por 9 tablas.
- Sub-etapa 3: Desarrollo del sub-sistema de autoevaluación:
  - Desarrollo de la interfaz para los perfiles:
    - 1. Alumno.
    - 2. Profesor.
    - 3. Administrador.
  - Desarrollo del aplicativo.
- Sub-etapa 4: Implementación del sub-sistema de autoevaluación:
  - Prueba y validación del aplicativo.
  - Implementación final del aplicativo.

### 3. Producto Desarrollado

El aplicativo web desarrollado está compuesto por dos módulos, los cuales son:

- Módulo de Usuario.
- Módulo Administración.

El Módulo de Usuario está compuesto de dos sub-módulos:

- Sub-Módulo de Aprendizaje.
- Sub-Módulo de Autoevaluación.

El Sub-Módulo de Aprendizaje comprende los siguientes tópicos (Fig. 1):

- Ley de Amdhal.
- Rendimiento.
- Mejora.
- Análisis comparativo.
- Análisis operacional.
- Caracterización de la carga.
- Planificación de la capacidad.

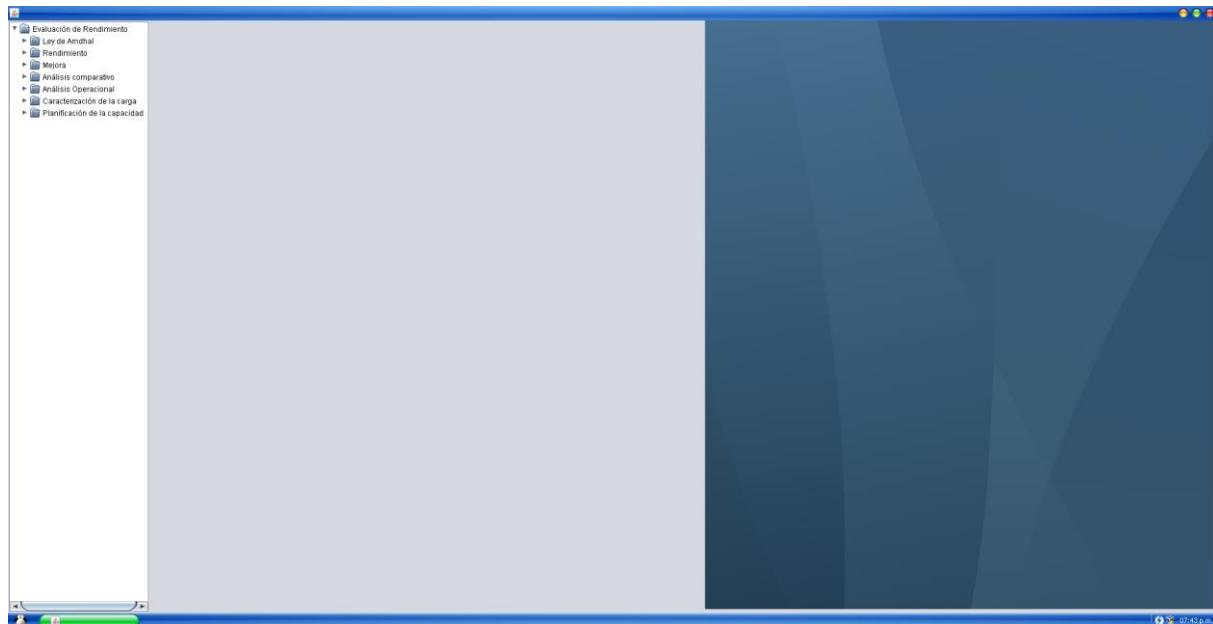


Figura 1. Opciones del Sub-Módulo de Aprendizaje.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la manera de gestionar el ingreso de datos y mostrar los resultados, es posible separar los tópicos mencionados en dos grupos:

Primer grupo:

- Ley de Amdhal.
- Rendimiento.
- Mejora.

El primer grupo está estructurado de la siguiente manera: al ingresar se visualiza la fórmula correspondiente y cajas de texto para los datos de entrada. En la misma ventana se visualizan los resultados, tanto en forma gráfica como textual. También es posible acceder de forma

automática al posicionarse con el mouse a una pequeña guía de ayuda en forma interactiva, por ejemplo, al posicionarse sobre una caja de texto se visualiza una pequeña ventana que indica el tipo de datos que está permitido ingresar (Ejemplo: Fig. 2).

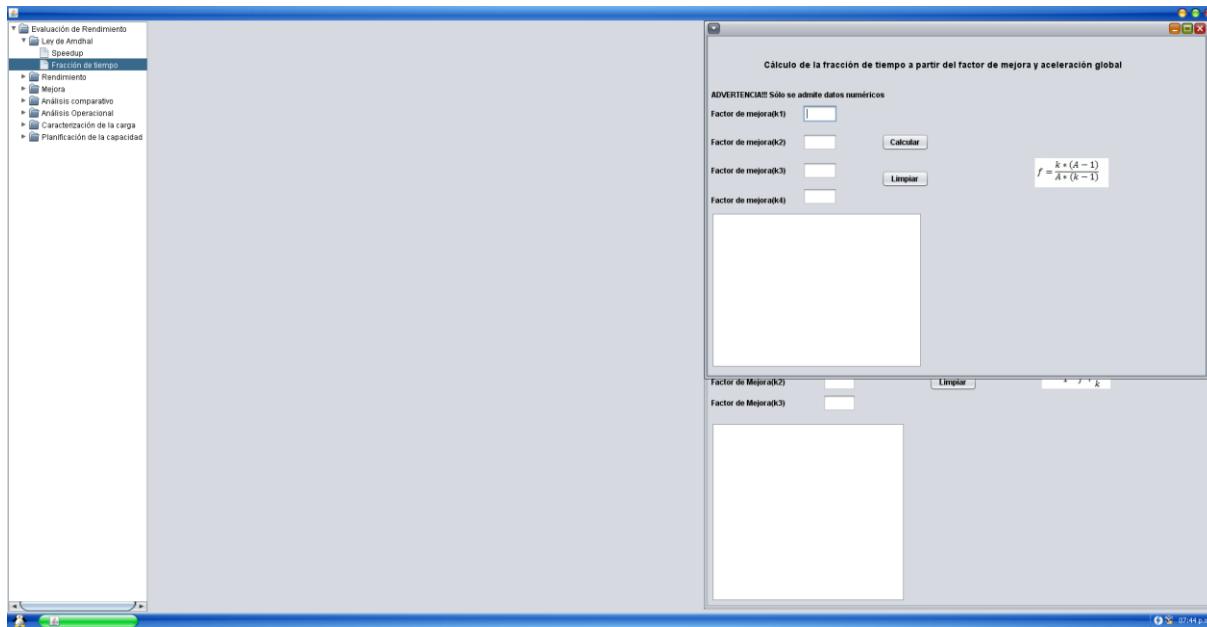


Figura 2. Opción Ley de Amdhal para fracción de tiempo.

Fuente: elaboración propia.

Segundo grupo:

- Análisis comparativo.
- Análisis operacional.
- Caracterización de la carga.
- Planificación de la capacidad.

En este segundo grupo cada ventana contiene unas pestañas, en la primera se visualizan las fórmulas, la segunda contiene la matriz en la cual se cargan los datos necesarios para los cálculos y por último se tiene la pestaña donde se obtienen los resultados. Si se posiciona el mouse sobre la superficie de interés se tiene una ayuda de lo que se debe ingresar o la acción a realizar en el caso que el posicionamiento sea sobre un botón (Ejemplos: Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6).

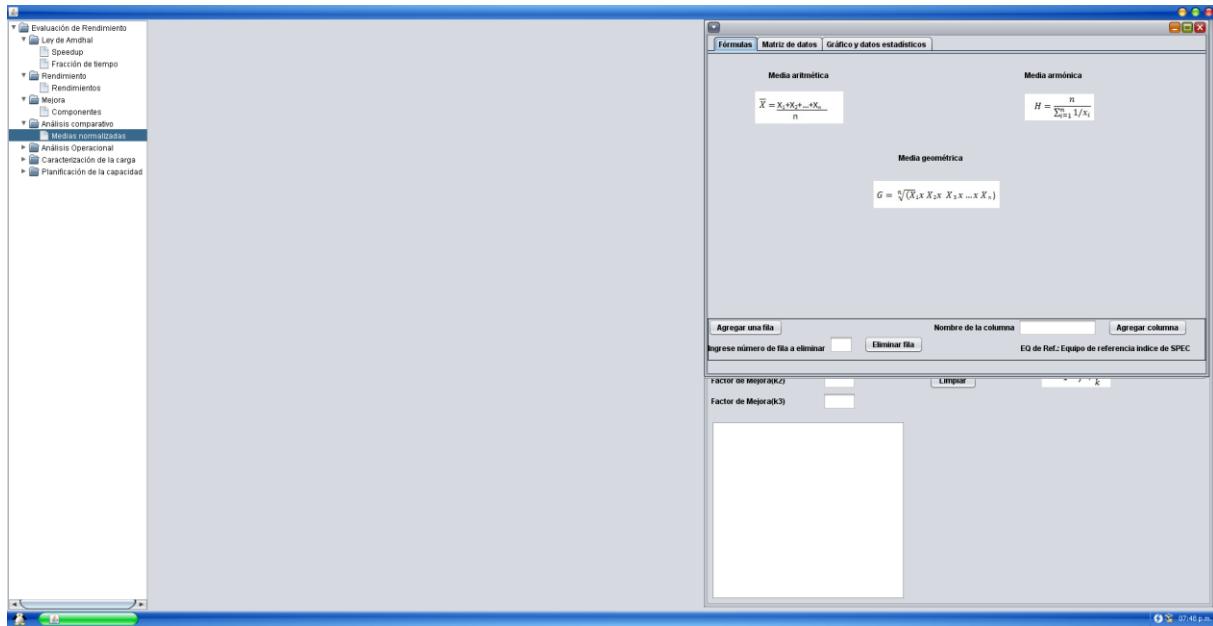


Figura 3. Opción Análisis comparativo con medias normalizadas.

Fuente: elaboración propia.

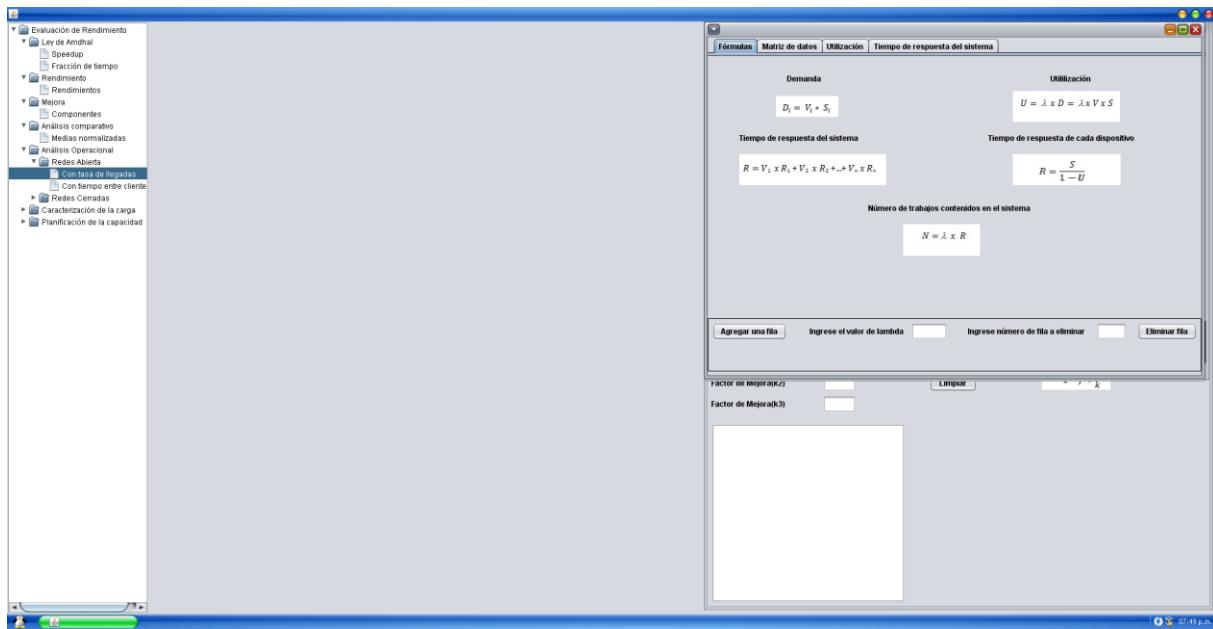


Figura 4. Opción Análisis operacional para redes abiertas con tasas de llegadas.

Fuente: elaboración propia.

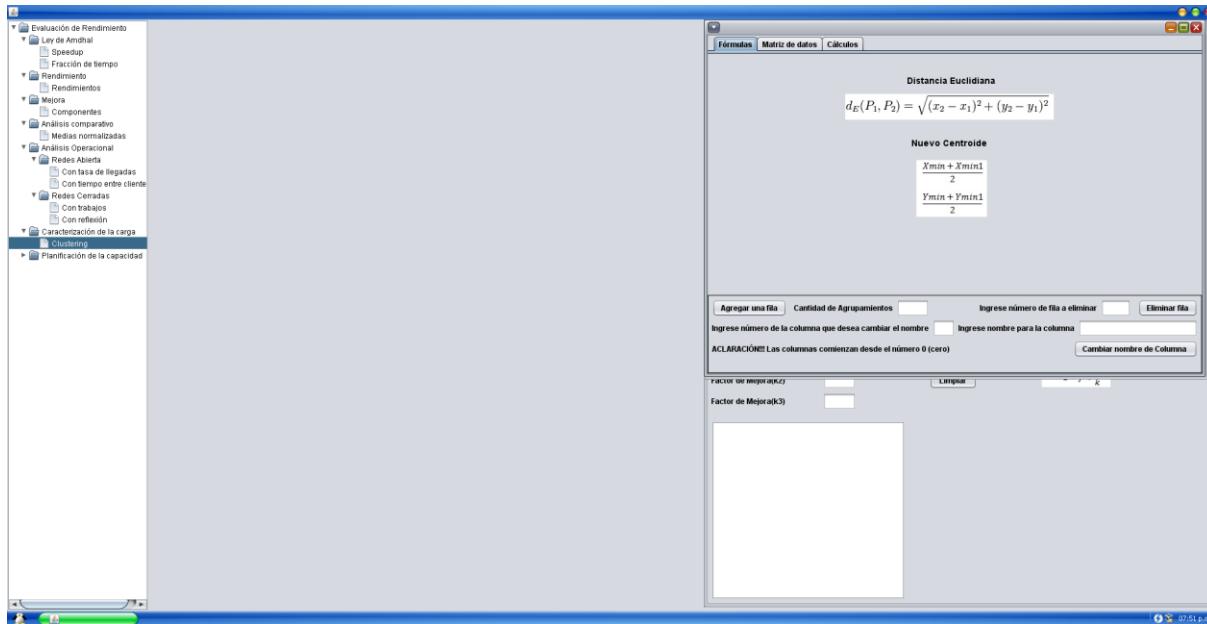


Figura 5. Opción Caracterización de la carga con clustering.

Fuente: elaboración propia.

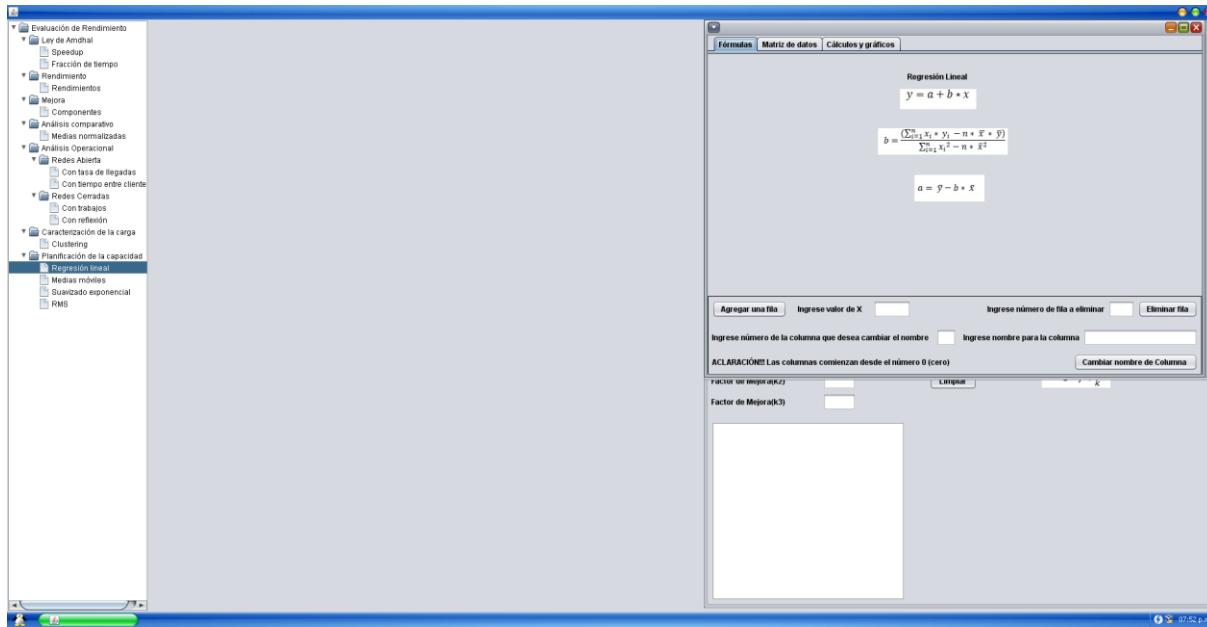


Figura 6. Opción Planificación de la capacidad con regresión lineal.

Fuente: elaboración propia.

En el contexto de este trabajo se han considerado los siguientes conceptos:

- Evaluación de rendimiento: Una manera sencilla de comparar los rendimientos de diversos sistemas informáticos es utilizar como medida de prestaciones el tiempo de ejecución de un programa o, más habitualmente, un conjunto de programas. Estos programas representan la carga de prueba en la que se basarán los resultados del estudio comparativo.
- Ley de Amdhal: Define la ganancia de rendimiento o aceleración (speedup) que puede lograrse al utilizar una característica particular.

- Análisis comparativo del rendimiento: Cualquier asunto que involucre la medida de prestaciones de un equipo y una posterior comparación con otros sistemas provocará, inevitablemente, opiniones controvertidas. La tendencia actual dentro del campo de la evaluación de prestaciones se orienta principalmente a utilizar índices que tienen en cuenta el tiempo de ejecución en un equipo sobre un conjunto de programas de prueba o de evaluación (benchmarks).
- Análisis operacional: El análisis operacional forma parte de una serie de técnicas, denominadas analíticas, empleadas en la estimación del rendimiento de los sistemas informáticos. Estas técnicas hacen uso de un modelo de comportamiento del equipo y su carga, y calculan los índices de prestaciones a partir de este modelo.
- Técnica de agrupamiento (clustering): El análisis mediante agrupamiento es una técnica matemática para agrupar medidas, sucesos trabajos individuales que son similares en algún aspecto o de alguna manera. Estos trabajos se describen mediante los valores numéricos de un conjunto de parámetros, tales como el tiempo de procesador utilizado, el número de operaciones de entrada/salida realizadas a los diferentes periféricos, la memoria necesaria para la ejecución, etc. La elección de los parámetros utilizados para caracterizar los trabajos es importante y depende del propósito para el que se haya construido el modelo.
- Planificación de la capacidad: La planificación de la capacidad observa las necesidades de negocio que se deben satisfacer, entendiendo y analizando las cargas de trabajo que se van a ejecutar y el servicio (tiempo de respuesta) que se quiere dar, y detalla los recursos físicos (capacidad) necesarios.

El Módulo Administración está compuesto de dos sub-módulos:

- Sub-Módulo de Administrador.
- Sub-Módulo de Profesor.

En el Sub-Módulo de Administrador se tiene la posibilidad de ingresar el nombre de usuario y la contraseña oportunamente establecidos. Si el usuario que ingresa sus datos es administrador tiene la posibilidad de ingresar a dos secciones:

- Cargo.
- Usuarios.

En la Sección Cargo el administrador puede agregar, editar y eliminar un cargo; el mismo es utilizado para diferenciar a los profesores. Una vez dentro de la vista se tiene un listado de los cargos que ya fueron agregados, también la posibilidad de realizar una búsqueda (Ejemplos: Fig. 7, Fig. 8).

Panel de Administración

Cargos Usuarios Manual de uso Logout

Listado de cargos docentes

Buscar:

Nuevo Cargo

Nº de Cargo	Cargo	Acciones
1	Titular	<input type="checkbox"/> <input type="button" value="Borrar"/>
2	Adjunto	<input type="checkbox"/> <input type="button" value="Borrar"/>
3	Auxiliar	<input type="checkbox"/> <input type="button" value="Borrar"/>

Figura 7. Lista de cargos.

Fuente: elaboración propia.

Panel de Administración

Cargos Usuarios Manual de uso Logout

Listado de profesores

Buscar:

Nuevo Profesor

Nº Usuario	Apellido	Nombre	DNI	Email	Teléfono	Roles	Usuario	Clave	Acciones
13	Romero	Carlos Alberto	32261552	cromero2386@gmail.com	3794354194	Profesor	profesor	93741d54b0	<input type="checkbox"/> <input type="button" value="Borrar"/>
26	Agostini	Federico Abel	12212121	fede@hotmail.com	5656565656	Profesor	fede	d11810cf99	<input type="checkbox"/> <input type="button" value="Borrar"/>

Figura 8. Listado de profesores.

Fuente: elaboración propia.

En la Sección Usuarios se pueden dar de alta tres perfiles:

- Profesores.
- Alumnos.
- Administradores.

El registro de los alumnos es realizado por el administrador mediante la lista oficial de inscriptos a la asignatura, lo cual hace innecesario un módulo específico para la registración de los alumnos usuarios del sistema.

Para crear los perfiles se procede de la misma manera en todos los casos; seguidamente se explica uno de ellos (Profesores): al ingresar se muestra el listado correspondiente, donde se puede agregar, editar y eliminar; también se tiene la posibilidad de realizar una búsqueda.

En el Sub-Módulo de Profesores se tiene la posibilidad de ingresar a tres secciones:

- Autoevaluaciones.
- Histórico de alumnos.
- Informes.
- Autoevaluaciones

En la sección de Autoevaluaciones el profesor puede agregar, editar y eliminar preguntas. También puede realizar búsquedas textuales (Ejemplos: Fig. 9, Fig. 10).

En la sección Histórico de alumnos se muestra el listado de todos los alumnos que ingresaron al sistema, pudiéndose además realizar búsquedas textuales (Ejemplo: Fig. 11).

Nº Pregunta	Asignatura	Descripción	Tema	Acciones
1	Sistemas Operativos	Cuando un equipo X tarda menos en ejecutar que un equipo Y.	Tema 1	
2	Sistemas Operativos	La ley de Amdahl acota de una manera sencilla el incremento de prestaciones obtenido en un sistema como consecuencia de la mejora de una o varias.	Tema 1	
3	Sistemas Operativos	Los términos rendimiento y prestaciones son equivalentes?	Tema 1	
4	Sistemas Operativos	La aceleración no representa el incremento de rendimiento de una máquina respecto de la otra.	Tema 1	

Figura 9. Listado de preguntas.

Fuente: elaboración propia.

En Unix el uso de sistemas de ficheros se puede examinar mediante la orden df.  
 Verdadero.  
 Falso.

El algoritmo para redes cerradas tambien se llama análisis del valor medio?  
 Verdadero.  
 Falso.

La orden uname en Unix que información aporta?  
 A- Información del máquina.  
 B- Información sobre el sistema operativo.  
 A y B correctas.  
 Las dos incorrectas.

Figura 10. Preguntas para evaluación.

Fuente: elaboración propia.

Panel de Administración				
Autoevaluación    Histórico de alumnos    Informes    Manual de Uso				Logout
Listado de Alumnos que ingresaron al sistema				
Gráfico histórico de Ingreso al sistema				
Buscar:				
D.N.I.	Apellido	Nombre	Nº de Visitas	Última Fecha de Ingreso
1212	Pucheta	Mayra Alejandra	7	2013-09-23
22222222	Medina	Facián	122	2013-10-09
22222222	Medina	Facián	12	2013-10-24
12121212	Quinteros	Seorina	3	2013-10-27
12121212	Quinteros	Seorina	5	2013-10-28
12121212	Quinteros	Seorina	2	2013-10-29
12121212	Quinteros	Seorina	2	2013-10-30
12121212	Quinteros	Seorina	6	2013-11-02
12436543	Cogollo	Pamela	1	2013-11-03
12121212	Quinteros	Seorina	1	2013-11-06
11111111	Chalub	Maximiliano	2	2013-11-08

Figura 11. Ingresos para evaluación.

Fuente: elaboración propia.

En la sección Informes se tiene la posibilidad de ver:

- Alumnos registrados.
- Lista de administradores.
- Lista de profesores.
- Lista de ingreso de alumnos.

Al realizar el clic en algunas de las opciones indicadas, se abre una pestaña con un archivo en formato PDF preparado para imprimir o guardar.

#### 4. Conclusiones y Líneas Futuras de Trabajo

Las distintas herramientas se han integrado de manera muy satisfactoria durante la realización de este trabajo.

Se proporcionó diferentes interfaces acordes a cada uno de los algoritmos facilitando el proceso de comprender de manera sencilla la ejecución y los resultados, lográndose los objetivos propuestos.

Además, se ha incluido un método de autoevaluación para que el alumno pueda evaluarse mediante un cuestionario que se genera aleatoriamente sobre el contenido teórico-práctico de los distintos temas relacionados con las simulaciones brindadas a través del aplicativo web.

La metodología desarrollada es trasladable a otras áreas del conocimiento en las cuales sea aplicable el b-learning y donde se considere apropiado combinar simulaciones con cálculos y gráficos y la posibilidad de autoevaluación.

Como líneas futuras de trabajo, se buscará ampliar el grupo de algoritmos implementados y analizar nuevos mecanismos de autoevaluación que faciliten el proceso de autoaprendizaje.

#### 5. Referencias

- [1] MOLERO, X.; JUIZ, C.; RODEÑO, M. (2004). *Evaluación y Modelado del Rendimiento de los Sistemas Informáticos*. Pearson Educación. España.

- [2] PUIGJANER, R.; SERRANO, J. J.; RUBIO, A. (1995). *Evaluación y explotación de sistemas informáticos*. Editorial Síntesis. Madrid.
- [3] BARTOLOMÉ, A. R. (2004). *Blended Learning. Conceptos básicos*. En Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 23, 7-20.
- [4] BERSIN, J. (2004). *The Blended Learning Handbook: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned*. Pfeiffer Wiley. ISBN 0-7879-7296-7.
- [5] BONK, C. J.; GRAHAM, C. R. (2005). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*. Pfeiffer Wiley. ISBN 0787977580.
- [6] HEINZE, A.; PROCTER, C. (2004). *Reflections on the Use of Blended Learning. Education in a Changing Environment conference proceedings*. University of Salford, Salford, Education Development Unit.
- [7] HEINZE, A.; Procter, C.; Scott, B. (2007). *Use of Conversation Theory to underpin Blended Learning*. International Journal of Teaching and Case Studies 1(1 & 2): 108–120.
- [8] SILVA-PEÑA, I.; SALGADO-LABRA, I.; VERDUGO, C.; CHEHUAICURA, A. (2014). *Aprendizaje Colaborativo en un módulo de formación docente basado en Blended Learning*. Foro Educacional, (21), 127–143.
- [9] MARSH, G. E.; MCFADDEN, A. C.; PRICE, B. (2003). *Blended instruction: Adapting conventional instruction for large classes*. Online Journal of Distance Learning Administration, vol. 6 n° 4.
- [10] DEITEL, P. J.; HARVEY, M. D. (2008). *Como Programar en Java*. Séptima Edición. Pearson Educación. Mexico.
- [11] PRESSMAN, R. S. (2010). *Ingeniería del Software, Un Enfoque Práctico*. 7ma Edición. McGraw-Hill. Mexico.
- [12] SOMMERVILLE, I. (2005). *Ingeniería del software*. 7ma. Edición. Pearson Addison Wesley. España.
- [13] LARMAN, C. (2005). *UML y Patrones. Una Introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Prentice Hall. España.