

# **SISTEMAS EXPERTOS EN LA ASIGNACIÓN DE CURSOS A PROFESORES<sup>1</sup>**

Por

Juan C. Karman  
Catedrático Asociado  
Recinto Metropolitano  
Universidad Interamericana de Puerto Rico

## **Abstracto**

Este artículo responde a la necesidad de automatizar el proceso de asignación de cursos de forma tal que se optimice el recurso de profesores. Explora diferentes posibles metodologías de atacar el problema y expone la complejidad del proceso. Se señalan diferentes criterios para la asignación de cursos. Además se menciona la metodología del desarrollo del sistema experto, así como el modelo teórico detrás del algoritmo.

## **I. Introducción**

En las universidades, tanto en Puerto Rico como en Estados Unidos de Norte América, la asignación de cursos es uno de los problemas más serios que pueden tener los administradores.

Existen factores críticos que afectan la asignación de cursos a profesores (Kaplan, 1982). Estos factores críticos se pueden ver como restricciones, ejemplo de ellas están: en el número de preparaciones, el número de horas/créditos, mínimo de horas/créditos, especialidad y sub-especialidad y en ciertas universidades preferencia por antigüedad (“seniority”).

Normalmente este proceso de decisión recae en quien dirige el Departamento en cuestión, el cual depende casi totalmente en la heurística. A esto se le añade los problemas personales tal como acomodo razonable. Sobre todo, en ciertos departamentos el criterio “rey” es la antigüedad, ya que primordialmente rige el proceso de asignación. Por tanto el Director o Directora del Departamento toma la responsabilidad y título de “experto de facto” en la asignación de cursos.

Según Davis (1977), “el valor absoluto de un experto es el conocimiento que tiene sobre un problema en específico” por tanto, el título de experto que se le otorga al Director o Directora del Departamento es justificado. Aun cuando una característica de un experto es el uso de la heurística, este procedimiento no es considerado como científicamente aceptable (Ignizio, 1991). Lo que nos lleva a reconocer las limitaciones

---

<sup>1</sup> Para referencias adicionales como tablas, instrumento, etc., se pueden comunicar con el autor a través del correo electrónico ceajournal@metro.inter.edu.

que tiene la gerencia departamental, en particular si es una primera asignación, ya que la heurística es ninguna por la falta de experiencia. Esto a su vez nos hace notar la necesidad de un sistema experto o de apoyo de decisiones que tome en consideración las restricciones antes mencionadas.

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Qué tipos de procedimientos pueden ser utilizados para poder asignar cursos a los profesores de una manera eficiente?
2. ¿Qué tipo de diseño de sistemas expertos es apropiada para la asignación de cursos a los profesores?
3. ¿Los algoritmos y metodologías del diseño de sistemas expertos serían viables en la asignación de cursos a los profesores?

## **II. Importancia de la investigación**

La restricción de fondos en las Universidades privadas en Puerto Rico tiene un impacto en el uso de recursos y es de importancia cardinal la optimización de recursos. Con respecto al uso de recurso “facultad” se espera que la facultad a tiempo completo impartan más cursos, de forma que haya menos facultad a tiempo parcial, como también que aquella facultad con mayor grado académico sea asignada a los cursos de especialidad.

Desde el punto de vista de la administración, la información tiene que ser provista de forma exacta y a tiempo para que el itinerario pueda establecerse de una forma organizada, donde un factor crítico es la tecnología de la información (Turban, et al., 2002). También es importante tener en cuenta que este tipo de problema es compartido por muchas entidades educativas de forma que sería una aportación a la rama de asignación de recursos en la materia de investigación operativa.

## **III. Base teórica de la investigación**

Los sistemas expertos reproducen la racionalización de una persona en la toma de decisiones, diagnosticar un problema o sugerir un curso de acción (Mallach, 1994). Según Hart (1986), hay dos tipos de áreas en las cuales los sistemas expertos pueden ayudar, éstas son:

1. Problemas que tengan una cantidad considerable de posibles combinaciones para generar una solución óptima o al menos viable.
2. Interpretar gran cantidad de datos, o hacer un rescate de datos.

Estas áreas pueden constituir parte del problema de itinerario, ya que hay un número considerable de posibles combinaciones y hay una gran cantidad de datos para generar

una solución. El proceso de itinerario es complejo ya que contiene dos componentes críticos y difíciles de construir, 1) la adquisición y 2) el mantenimiento del banco de conocimiento (Hart, 1986). En el diseño de algoritmo el cómo hacerlo (“know how”), o también llamado conocimiento de procedimiento, es de importancia cardinal para que los procedimientos que se quieren emular en el sistema tengan el resultado deseado.

En adición al equipo y programación existen dos componentes claves a) el *ingeniero de conocimiento* y b) el *experto en la materia*; que son los componentes humanos de un sistema experto. Las funciones del ingeniero de conocimiento van más allá de análisis y solución de problemas, por tanto las destrezas interpersonales son críticas (Awad, 1996). Entre las labores críticas es la adquisición de conocimiento. Uno de los métodos más usados por los ingenieros de conocimientos son las entrevistas. De esta manera pueden ser “extraídas” las experiencias (conocimiento heurístico), que aunado a los de los otros entrevistados creará el banco de conocimiento que el sistema experto utilizará.

Desde el punto de vista de programación se haría un algoritmo avaricioso (“greedy”) que son aquellos que seleccionan la mejor alternativa. Otra forma de definirlo es aquel algoritmo que siempre trata de resolver de la mejor forma los sub-problemas, bajo el principio de dividir en sub-componentes manejables con la esperanza, que al final, las sub-soluciones holísticamente hablando, sean las mejores para el problema. Estos algoritmos mantienen dos conjuntos: uno de ítems aceptados y de ítems rechazados. También contiene cuatro tipos de funciones, las cuales son:

1. Una función que coteja si el conjunto de ítems seleccionados proveen una solución.
2. Una función que coteja la viabilidad del conjunto.
3. La función selección, ésta indica a cual candidato es el mejor.
4. Una función objeto, que nos da el valor de la función.

El proceso actual de la asignación de cursos se lleva a cabo por el director o directora del departamento en particular. Sin embargo puede quedar la duda si el resultado es una solución óptima, viable, marginal, o la dedicación de tiempo adicional en lo que pudiera ser una mejor solución.

De forma matemática podemos aseverar que:

Un departamento tiene varios cursos como también varios profesores.

Establecemos que  $C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_n$  sean los cursos disponibles y  $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_k$  los profesores disponibles.

$S_i$  = monto total de créditos del curso  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$

$D_j$  = monto total de créditos que se le puede asignar a un profesor  $j$ ,  $1 \leq j \leq k$ ,  
dónde  $15 \leq D_j \leq 18$  (restricción que indica el número de créditos mínimo y máximo que puede enseñar un profesor/a)

Dejemos que,

$X_{ij}$  = Número total de créditos del curso  
i asignado al profesor/a j.

Entonces

$$X_{ij} = \begin{cases} \mathbf{k} & \text{cuando el profesor/a j puede dictar k créditos del curso i} \\ \mathbf{0} & \text{si el profesor/a j no puede dictar el curso i} \end{cases}$$

dónde

$$\sum_i X_{ij} = S_i \quad \text{y}$$

$$15 \leq \sum_j X_{ij} \leq 18$$

Una de las formas de atacar este problema es la programación lineal, ahora bien, Oliphint (1973), determinó que los itinerarios de las universidades tienen muchas variables en las restricciones, más el juicio subjetivo que dificultaría el establecimiento correcto de los coeficientes.

#### IV Investigaciones relevantes

Un ejemplo de un sistema experto es el “Maintenance Operations Center Advisor” (MOCA), diseñada e implantada en American Airlines para asignar un itinerario de mantenimientos (Daly, 1992; Smith, et al., 1991). En el campo de la investigación sobre asignación de itinerarios Thomas Oliphint (1973), ha probado diferentes métodos y técnicas como lo es el “Exhaustive Search and Mathematical Calculations in Building Schedules”, el cual obtuvo resultados marginales (donde el tiempo de procesamiento no fue eficiente), como también el tener situaciones donde el algoritmo fallaba.

La razón primordial es que este tipo de problema cae en la categoría de “computational complexity” conocidos como NP Complete (Abramson, et al., 1999). Donde al parecer las únicas técnicas de ataque son la heurística, sistemas expertos o mejor aún, la combinación de ambas técnicas (Ignizio, 1991; Cormen, et al., 1994).

Otros investigadores entienden que los algoritmos genéticos es una nueva forma de poder atacar a los problemas de asignación e itinerarios Cladeira & Rosa, 1997). Los mismos fueron desarrollados por John Holland en la Universidad de Michigan (Goldberg, 1989).

Los algoritmos genéticos ofrecen un punto de vista diferente para resolver problemas. Entre ellos, el del vendedor viajero, el cual es definido por un número finito de ciudades. Se selecciona aleatoriamente una ciudad como punto de partida, para

entonces crear una trayectoria o ruta que tenga la menor distancia (Abramson, 1999). Estos algoritmos trabajan buscando un espacio de múltiples soluciones para poder obtener una solución óptima.

Aunque investigadores como Li & Aickelin (2001), también especifican diferentes obstáculos que persisten, tales como que no hay mecanismos canónicos para lidiar con las restricciones, por lo tanto, es difícil implantar posibles cambios. Herbig (2002), realizó un experimento comparando el algoritmo “greedy” con un algoritmo genético y lo más que pudo llegar es a igualar el tiempo de ejecución del algoritmo “greedy”.

## **V. Metodología**

Se necesita una metodología apropiada para que pueda contestar las preguntas de investigación antes mencionadas. La metodología de investigación más adecuada es la de “Action Research”, la cual Paul Leddy (2005), define como: “Un tipo de investigación que se enfoca en hallar una solución local a un problema local”. Además, Cohen y Manion (1980) lo define como la “Intervención de pequeña escala en el funcionamiento en el mundo real y un examen cercano en el efecto de dicha intervención. Concierne al diagnóstico en un contexto específico y resolverlo dentro de ese contexto”.

Aun cuando el “action research ” tiene una generalización local, esta forma de investigación puede ser relevante (Hittleman, 1997). De haber semejanzas en las variables, ambiente educativo, o tratamiento, el estudio puede ser replicado para la búsqueda de nuevas respuestas que atañen al ambiente educativo

Por otro lado las características del diseño de un sistema experto son similares a las principales características de una investigación cualitativa (Fraenkel & Wallen, 1993). Estas son:

### *Análisis Inductivo*

Inmersión en el detalle y especificaciones de datos a descubrir categorías importantes, dimensiones e interrelaciones; empezando por la exploración de preguntas abiertas en lugar de probar teorías derivada en forma de hipótesis.

### *Perspectiva Holística*

El fenómeno completo bajo estudio es como un sistema complejo, en el cual el mismo, es mayor que la suma de sus partes.

### *Datos Cualitativos*

Descripción completa, detallada, y referencias directas de las personas envueltas que son afectadas.

### *Contactos Personales*

Los investigadores tienen contactos directos con los sujetos de la investigación, con la situación y con el fenómeno bajo estudio; las experiencias personales de los investigadores son una parte importante para la comprensión del fenómeno.

### *Sistema Dinámico*

Atención al proceso; asumir cambios es una constante y parte intrínseca del estudio, sea el foco en la cultura individual o en la cultura organizacional.

### *Diseño Flexible*

Abierto a la adaptación de las consultas ya que el entendimiento depende de los cambios de situación; se debe de evitar encerrarse en diseños rígidos que eliminan la interacción y la búsqueda de nuevos caminos de descubrimientos al momento que aparezcan.

En el diseño de los sistemas expertos el investigador se convierte en el ingeniero de conocimientos y las personas que son el objeto de la investigación se convierten en los expertos y los datos en el conocimiento requerido.

### **Diseño del Sistema Experto**

El diseño de sistemas expertos tienen diferentes etapas (Awad, 1996; Ignizio, 1991; Durking, 1994), éstas son:

1. Identificación del problema - la identificación de un problema potencialmente solucionable con un sistema experto.
2. Adquisición de requerimientos y conocimiento – este paso consiste en la recopilación, análisis e interpretación del conocimiento de expertos humanos.
3. Representación del conocimiento - codificación del conocimiento de tal forma que un programa inferencial pueda rescatar el conocimiento dentro del banco de conocimientos. Ya sean reglas de inferencias o marcos referenciales, los cuales representarán codificación del sistema basado en el sistema de conocimiento.
4. Implantación – proceso de organizar el conocimiento e integración con el proceso estratégico (máquina inferencial).
5. Verificación y validación – consiste en poder estar seguro de que el sistema haga lo esperado mediante prueba del sistema.
6. Mantenimiento - se asegura que el sistema continua la función de acuerdo al estándar inicial de eficiencia.

## **VI. Técnicas de la investigación**

Como ya hemos expuesto, el principal sujeto de la investigación es el experto, en segundo lugar, el usuario. En esta particular situación el experto usado es también el usuario del futuro sistema. El experto usado es el director/a del departamento, esta coincidencia da la única oportunidad de que el conocimiento que da el experto y los requerimientos del usuario será adquirido a la misma vez.

Dos técnicas son posibles para este propósito, la entrevista y observación. La más útil es la entrevista ya que es una forma rápida y concisa de recopilar conocimiento, ya que nos permite conocer sobre detalles o características que no son observables.

Además nos da las siguientes ventajas:

1. Los respondientes contestan las mismas preguntas. Lo que incrementan la comparabilidad de las respuestas.
2. Reduce los efectos y posibles conflictos de intereses cuando varios entrevistados existen
3. Permite la evaluación de usuarios y revisión de los instrumentos usados en la evaluación.
4. Facilita la organización y el análisis de los datos.

## **VI. Resultados potenciales del estudio y su importancia**

Uno de los resultados de esta investigación es que los mismos encuestados tomaron conciencia sobre los diferentes factores que pueden interactuar y la forma éstos pueden optimizar heurísticamente el proceso de la asignación de carga académica.

Otro resultado principal se da al crear el diseño del sistema y el proceso interactivo y evolutivo en que se dio como resultado del diseño. También el proceso interactivo se dio en la práctica del modelo de *Rapid Application Design* (RAD) para poder producir el prototipo de sistema de apoyo de decisión. El mismo es discutido a la luz de los procesos realizados con sus respectivas etapas.

### **Validación del instrumento para la recopilación de datos.**

La primera etapa en la creación del sistema de apoyo de decisiones fue la de validar el cuestionario que sería distribuido al grupo focal constituido por nueve pasados directores de departamento o decanos de facultad. El cuestionario se validó tanto desde el punto de vista de contenido (si las preguntas son adecuadas para los procesos de asignación de carga académica), como también de criterio (si las preguntas y sus correspondientes reactivos son relevantes para el establecimiento de las reglas de decisión) (Sekaran, 2003).

A continuación, se presentan las pruebas diseñadas para validar el cuestionario que recopila los datos de los encuestados. Debido a que la muestra es de

conveniencia, no probabilística y de base reducida de tamaño (nueve), los resultados no son estadísticamente concluyentes. Aun así, haremos el ejercicio con dicha muestra para mostrar los procedimientos de forma que puedan ser replicados en una muestra probabilística de base amplia.

Tan pronto se recopilaron los datos, éstos se analizaron usando la prueba de proporciones (Hinkle, Wiersman & Jurs, 2003; Man, 1995; Doane & Seward, 2007), en la que se formuló las siguientes hipótesis:

$H_0: p = .5$  Proporción es igual a un 50%

$H_1: p > .5$  Proporción es mayor de 50%

Por lo tanto, la proporción de un 50% es la que se trata de corroborar con un error tipo I  $\alpha = .05$ .

La regla de decisión para rechazar  $H_0$ , el t observado debe ser mayor que el valor t crítico, obtenido en la tabla t para los grados de libertad para cada pregunta con un  $\alpha = .05$ .

Al aplicar el estadístico a cada una de las preguntas y obtener los resultados se puede observar que sólo seis preguntas tuvieron un t observado menor que el valor t crítico. Por lo tanto, se puede interpretar que estas preguntas no obtuvieron una proporción observada que fuera mayor a la proporción a probarse, lo que puede significar la no inclusión de la pregunta en el cuestionario.

Estas preguntas son:

Parte I pregunta 9 ¿Cuál debería ser el resultado del proceso de asignación de cursos?

Parte II pregunta 1 Reactivo e - Antigüedad

Parte II pregunta 2 Reactivo e - Antigüedad

Parte II pregunta 2 Reactivo g - Preferencia del(a) profesor(a) por el curso

Parte II pregunta 10

Los cursos básicos deberían ser impartidos por aquellos(as) profesores(as) con menor preparación académica.

Parte II pregunta 11

Los cursos básicos deberían ser impartidos por aquellos(as) profesores(as) con menor preparación académica, aunque el contrato del(a) profesor(a) fuera a tiempo parcial?

Claro está, hay un espectro amplio de posibilidades, desde entender que la pregunta es errónea, o no comprensible, hasta que es obvia, o se sobreentiende. Lo que hace pensar estas posibilidades es que, por ejemplo, el criterio antigüedad (*seniority*) es usado consistentemente en las universidades; aún más, en algunas entidades educativas es el único criterio, ya que no hay otro para la otorgación de la carga académica.

También, la pregunta sobre la antigüedad (*seniority*) puede ser polémica. Por un lado, tenemos a los que opinan que los profesores con doctorado deben dictar cursos de especialidad, lo que estaría de acuerdo con los organismos normativos tales como el Consejo de Educación de Puerto Rico (acreditadora local) o la Middle States Association (acreditadora regional).

Por otro lado, existen facultativos que entienden que los cursos básicos son la piedra angular, la base de la carrera universitaria, y que, por lo tanto, éstos deben ser impartidos por los profesores que tienen más preparación académica.

Por lo antes expuesto, se decidió que esas preguntas y reactivos se deberían mantener en el cuestionario, ya que si las mismas no son importantes, los encuestados se encargarían de desecharlas, o, en el caso de la asignación de prioridades, les otorgarían una prioridad no significativa.

### **Resultados del análisis de las contestaciones en el cuestionario**

En las preguntas generales, de la Parte I del cuestionario, encontramos los siguientes resultados relevantes:

- a. La totalidad de los encuestados entienden que la responsabilidad de la asignación de curso es del director/a del departamento. Sin embargo, la gran mayoría de los encuestados tomarían la decisión de asignación junto al decano/a de la Facultad.
- b. El problema en el cual la totalidad de los encuestados coincidieron fue en la escasez de cursos para los profesores.
- c. La percepción de la gran mayoría de los encuestados es que el proceso de asignación de cursos es ineficiente.
- d. La percepción de la gran mayoría de los encuestados que es el recurso.
- e. La gran mayoría de los encuestados área general, tendría prioridad en la asignación de clase aquél que posea doctorado en la especialidad.
- f. La gran mayoría de los encuestados entienden que entre dos doctores en un área general, tendría prioridad en la asignación de clase aquél que tenga maestría en la especialidad.
- g. La mayoría de los encuestados le darían prioridad a un profesor que esté estudiando el doctorado en la especialidad sobre otro que tenga un doctorado en un área general.

## **V. Resumen, Conclusiones y Recomendaciones**

Al analizar todo el proceso de investigación, podemos concluir que en la misma se obtuvieron resultados en dos dimensiones. La primera, consistió en la recopilación de información sobre el conocimiento de los criterios en la asignación de carga académica que deben tomar en consideración las personas responsables de realizar el proceso de asignación a la de carga académica a la facultad.

La segunda dimensión es la aplicación de la información obtenida respecto a los criterios de asignación de carga académica cuando las mismas son llevadas a un sistema de apoyo de decisiones.

Durante la primera fase de la investigación, los encuestados indicaron que los criterios de mayor preponderancia, tal como explicamos en el capítulo anterior, son la preparación académica en general, la preparación académica en la especialidad y la antigüedad en la institución o facultad.

Cuando analizamos de la asignación de carga académica, podemos ver la complejidad del proceso el cual es multifactorial, ya que los criterios para la asignación de carga académica son los factores preponderantes en el mismo. Esto puede ser constatado tanto en los mismos reglamentos de las universidades como también en las directrices de las entidades normativas que regulan las instituciones educativas.

En el análisis de los datos recopilados, se obtuvieron resultados relevantes como, por ejemplo, la asignación de carga académica en el área de contabilidad en la que se puede concluir que no hay una aplicación explícita de los criterios que fueron señalados como prioritarios por los encuestados.

Se entiende que esto podría ser debido a que se necesiten en esa área otros criterios como el de las certificaciones profesionales para impartir cursos de especialidad. Por lo tanto, el criterio de certificaciones profesionales, de cierta forma, puede constituir uno de importancia en la asignación de la carga académica en esta área. Sin embargo, este criterio no fue señalado como uno de gran peso en la asignación de carga académica.

En términos generales, se puede concluir que resulta ser de importancia cardinal que el profesor tenga la preparación académica más alta posible en su especialidad, incluso para aquellos cursos que tienen contenido general o básico en la especialidad. Los encuestados señalaron que estos cursos deberían ser dictados por profesores con la mayor preparación académica en la especialidad. Esta observación está en consonancia con el cumplimiento de un alto nivel académico especializado, el cual rige la mayor parte de las instituciones universitarias.

Es de conocimiento público que una educación universitaria debe preparar al individuo para desempeñarse eficientemente en una profesión en la cual las destrezas y los conocimientos especializados son muy valorados.

Actualmente, vivimos en una sociedad donde el desempeño (“performance”) en la especialidad es muy importante para las empresas públicas y privadas al momento de contratar personal. Lo anteriormente expuesto guarda relación con la visión del personal administrativo, la cual consiste en seleccionar los egresados más competentes en la especialidad.

También, se pudo constatar que el modelo propuesto para asignar los cursos, toma en cuenta los criterios de preparación académica general, la preparación académica en la especialidad y la antigüedad. Por consiguiente, estos criterios deben ser de un sistema de apoyo de decisiones estructurado para generar una solución viable en cuanto a la asignación de carga académica se refiere.

Es importante señalar, al basarse en el porcentaje de concordancia, que el criterio de antigüedad es el prioritario. Esto concuerda con el procedimiento de recursos humanos en el cual la antigüedad es el criterio de gran peso en la mayoría de la toma de decisiones laborales.

La contribución principal de esta investigación es que el sistema de apoyo de decisión creado puede proveer una métrica de acatamiento en la asignación de carga académica a los profesores en diversos programas académicos. Esta métrica se puede aplicar analizando y comparando los porcentajes de concordancia entre lo asignado manualmente y lo asignado a través de la implantación del sistema piloto de apoyo de decisiones. También, se puede analizar la programación de carga académica de períodos anteriores, de forma que se pueda tener una base de conocimiento sobre la tasa de cumplimiento con los criterios antes mencionados.

Otra contribución de este estudio consiste en la creación del sistema de apoyo de decisiones en una herramienta como ACCESS. Esto demuestra la portabilidad del modelo no sólo en cuanto a la plataforma o arquitectura del sistema, sino también en la aplicación del mismo.

En otras palabras, el mismo se puede utilizarse tanto en cada departamento, lo que permitiría atemperarlo para las características propias del departamento, como usarlo de forma centralizada para que provea la carga académica a varias facultades y departamentos bajo condiciones similares.

Si el sistema se usa como base principal en la asignación de carga académica, éste contribuiría a reforzar la objetividad del proceso, ya que la persona responsable del mismo podría tomar decisiones con cierta independencia.

Esta investigación provee un racional de la problemática, los procedimientos de aplicación para la validación de los instrumentos y datos recopilados, como también de los estadísticos para establecer correlación, rango y prioridad de las reglas de decisión.

Además, uno de las contribuciones más importantes de este estudio es el establecimiento del prototipo de sistema de apoyo de decisiones que le proveerá una métrica para evaluar la asignación de cursos y su tasa de cumplimiento con los criterios establecidos por el Consejo de Educación de Puerto Rico la “Middle States Association”. Lo que le otorga un valor añadido al estudio.

### **Recomendaciones para estudios futuros**

- 1) Crear una base de datos transaccionales que incluya la cantidad de ocasiones en las que un profesor ha impartido un curso, de forma que este criterio que quedó en cuarta prioridad, se pueda incluir en la asignación de cursos.
- 2) Al sistema de administración d entidades educativas BANNER, se le debe modificar para que acopie información sobre veces que un profesor imparta el mismo curso.
- 3) Ampliar el número de criterios para ver los diferentes programas tentativos de clase, de manera que el usuario tenga más opciones con que apoyar su decisión final.
- 4) Ampliar los criterios descriptores de los profesores y de los cursos para poder usar más criterios de selección.
- 5) Portar el modelo a una plataforma tipo “Expert System Shell” de forma que pueda obtener ventaja del ambiente para el mismo.

### **REFERENCIAS**

Awad E., “Building Expert Systemn: principles, procedures, and applications”, West Publishing Company, 1996

Abramson, D., Dang H. & Krisnamoorthy, M., “Simulated Annealing Cooling Schedules for the school Timetabling Problem”, Asia Pacific Journal of Operational Research, 1999.

(Cladeira J., & Rosa A., “Timetabling using Genetic Search”, PATAT (1997) p. 115-122.

Cohen, L. & Manion, L., Research methods in education. Groomhelm, London, 1980.

Cormen, T., Leiserson, C. & Rivest, R., Introduction to Algorithms, McGraw-Hill Book Company, 1994.

Daly, J. (1992, November 30 ), Airline Loads Up on Mac System. Computerworld, 26, no. 48 p.39

Davis, R., "A DSS for diagnosis and therapy", Data Base, V8, N3, Winter 1977, pp. 58-72

Durking, J. "Expert Systems: design and development", Prentice Hall, 1994

Fraenkel, J. & Wallen, N. "How to Design and Evaluate Research in Education", 2d. ed. McGraw Hill Inc., 1993.

Goldberg, D., "Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning", Boston, MA: Addison Wesley, 1989

Hart, A., Knowledge Acquisition for Expert Systems, McGraw-Hill, 1986.

Herbig, C. "Genetic Algorithms Vs. Greedy Algorithms in the Optimization of Course Scheduling", St. Edwards University, 2002.

Hittleman, D. & Simon, A., "Interpreting Educational Research", (2d. ed.) Prentice Hall, 1997

Ignizio, J. P., Introduction to Expert System: the development and implementation of rule-based expert systems, McGraw Hill, 1991.

Kaplan, B. J. 1982. Course Scheduling Improvements. Unpublished master's thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Leedy, P., Practical Research planning and design. (8th. ed.), Prentice Hall, 2005

Li, J. & Aickelin, U., Explicit Learning: an Effort towards Human Scheduling Algorithms, Preceedings of the 1rst. Multidiciplinary International Conference on Scheduling: Theory and Applications. UK 2001.

Mallach, E., Understanding Decision Support Systems and Expert Systems, Richard Irwin, Inc. 1994.

Oliphint, T. W. (1973). A Computerized Heuristic Method for College and University Course Scheduling. Unpublished master's thesis, Arizona State University.

Smith, Scott & Pracht. MOCA - A Knowledge-Based System for Airline Maintenance Scheduling", Innovative Applications of Artificial Intelligence 3. AAA I Press, Menlo Park, Calif. (1991)

Turnban, E., Mclean, E., & Wetherbe, J., Information Technologyfor Management Transforming Business in the Digital Economy. (3<sup>rd</sup>. ed. ), John Wiley & Sons, Inc. (2002).