

## Asignación inteligente de horarios para el Núcleo Punto Fijo de la Universidad del Zulia

**Radalia Pelayo y Beatriz Perozo**

*Universidad del Zulia. Núcleo Punto Fijo*  
*betyblus@hotmail.com*

### Resumen

---

El objetivo principal de esta investigación, es el adaptar la técnica heurística disponible en la inteligencia artificial denominada “Recosido Simulado”, en el proceso de asignación de los horarios en los programas regulares pertenecientes al Núcleo Punto Fijo de la Universidad del Zulia, a fin de obtener un distribución óptima del recurso docente en un tiempo razonable, posibilitado el probar y evaluar diferentes alternativas de solución. Es un proyecto factible, basado en un diseño de campo de tipo no experimental donde se usaron las técnicas observación directa y participante, entrevista y la revisión bibliográfica.

**Palabras clave:** Heurística, Inteligencia Artificial, Horarios, Recosido simulado.

# Intelligent Schedule Allocation for the Punto Fijo Nucleus, University of Zulia

## Abstract

The principal goal of this research is to adapt a heuristic technique available in artificial intelligence better known as “simulated annealing” to assigning schedules for regular programs at the Punto Fijo Nucleus of the University of Zulia, in order to obtain an optimal distribution of teaching staff in a reasonable time, making it possible to test and evaluate different alternative solutions. It is a feasible project, based on a non-experimental, field design, using direct and participant observation, interviews and literature review techniques.

**Key word:** Heuristic, artificial intelligence, schedules, simulated annealing.

## Introducción

Con el uso de la informática como tecnología emergente implementada mediante los sistemas de información, Kendall y Kendall (2005) plantean que se pueden automatizar los procesos operativos en las organizaciones, mejorando con ello la práctica, el rendimiento y la capacidad en su entorno, permitiendo ventajas competitivas a través de su implementación y uso. En función a esto, Muchas organizaciones consideran los beneficios potenciales que se derivan de la integración de los sistemas de información, en los diferentes niveles administrativos.

Las Organizaciones Educativas y específicamente las Universitarias que emplean tecnologías informáticas, ven mejorados sus procesos académicos y administrativos. Tales procesos, inmersos en el ámbito universitario le permiten identificar líneas de acción, organizar recursos y encastrar acciones hacia el logro de sus objetivos, requiriendo en cada nivel de su estructura organizativa, contar con información precisa que le permita tomar decisiones ciertas en el desempeño de sus funciones.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la presente investigación, busca optimizar el proceso administrativo referido a la elaboración de los horarios en los programas académicos regulares de la Universidad del Zulia en su Núcleo de Punto Fijo, en tal sentido se plantea como alternativa de solución la construcción de un software que haciendo uso de la heurística Recosido Simulado, solventa las debilidades presentadas en este proceso.

## Metodología

La presente investigación es un proyecto factible, bajo un diseño de campo de tipo no experimental. Según el área de estudio abordada se circunscribe al ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación.

La unidad de análisis, está conformada por las Coordinaciones de Programas del Núcleo Punto Fijo de la Universidad del Zulia. La estrategia empleada para la recolección de datos, consistió en la observación directa y participante, la entrevista y la revisión bibliográfica fundamentada en el estudio de la Inteligencia Artificial, las técnicas heurísticas y el desarrollo de sistemas de información basado en el “Ciclo de vida estructurado del proyecto”, presentado por Yourdon (1993).

## Problemática

Desde el punto de vista académico, según LUZ (1994) el Núcleo Punto Fijo realiza sus funciones bajo la modalidad de programas. Actualmente su estructura organizacional oferta cuatro programas académicos regulares. Los programas existentes son de modalidad presencial, se encuentran activos en diferentes turnos y en los mismos se imparten semanalmente de lunes a viernes.

El personal docente, se encuentra adscrito a los departamentos, por lo que pueden administrar cátedras en distintos programas. Los Coordinadores de Programa, para cada período de estudio determinan las unidades curricu-

lares (materias) que se van a ofertar y junto a los jefes de departamento, realizan la elaboración de los horarios de clase, donde se distribuye la carga académica de los docentes. Para el primer período de 2006, Quesada (2006), reportó la cifra de 1609 estudiantes y un total de 88 profesores activos, laborando en diversas modalidades (exclusiva, tiempo completo, medio tiempo y convencional).

El procedimiento actual para la elaboración de los horarios es manual e independiente por cada programa, lo que representa una actividad compleja que aumenta proporcionalmente al número de docentes, cátedras y secciones. Esta situación ha evidenciado situaciones problemáticas comunes, siendo las más críticas:

- El tiempo requerido para la elaboración de los horarios es considerablemente alto, debido a esto se necesita varios días de trabajo para obtener al menos una alternativa viable.
- Las colisiones de horarios a las cuales se exponen los profesores que laboran en más de un programa.
- Docentes que por circunstancias particulares han manifestado una disponibilidad en función de días y horas para el dictado de sus cátedras y no han sido consideradas en el horario, teniendo que recurrir a cambios en este sólo si son posibles.

Estas circunstancias particulares, evidencian un problema de combinatoria y potencian la necesidad de aplicar una heurística que permita obtener una "Asignación inteligente de horario", que de forma rápida y efectiva, posibilite el probar y evaluar diferentes alternativas de solución, en la distribución de los horarios.

## La Heurística

La Inteligencia artificial para Choque (2002), es una combinación de las ciencias de la computadora, la psicología y la filosofía y sus campos tienen en común la creación de máquinas que puedan pensar. Respecto a esto Nilsson(2001), concibe la inteligencia artificial como la ciencia que estudia el comportamiento inteligente con el fin de imitar habilidades humanas siendo un comportamiento inteligente el que supone percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar en entornos complejos.

Por su parte Russell y Norvig (2004), plantean que la heurística desde la perspectiva de inteligencia artificial, representa el conjunto de técnicas o procedimientos que, empleando conocimiento, trata de buscar solución a un problema, usando para ello una cantidad de recursos razonables. Complementando este planteamiento; Pino, Gó-

mez y Martínez (2001) fundamentan su uso cuando existe un problema en el que no se conoce la solución a priori, ni la secuencia exacta de acciones, por tanto, se debe realizar una exploración de alternativas en cada uno de los posibles casos y en un proceso de prueba-error más o menos lento, hasta llegar al objetivo deseado o solución.

Las características deseables para Moreno y Moreno (1999), de una técnica heurística, aplicada sobre un problema son: simplicidad, robustez, alcance amplio, efectividad, eficiencia, producir múltiples soluciones facilitando seleccionar la más adecuada y usar criterios de parada apropiados.

Desde sus inicios en 1980, las características de simplicidad y potencialidad de la heurística Recosido simulado le han permitido ser aplicada a una gran variedad de problemas, representa un método de búsqueda por entornos con arranque múltiple, debido a que construye nuevas configuraciones aleatorias y las somete a reglas de probabilidad para su aceptación, evitando la caída en óptimos locales; el proceso termina después de cierto número de iteraciones y tiene como objetivo, refiriendo a Robusté (2005) obtener soluciones cercanas al óptimo global en problemas complejos de combinatoria.

Esta técnica, también se conoce según Nilsson (2001) como el algoritmo de metrópolis o enfriamiento simulado, su nombre se debe a la similitud que tiene con el proceso de enfriamiento que se realiza en el campo de la Metalurgia, que consiste de descender de forma gradual la temperatura de un determinado material, permitiendo que su estructura cristalina alcance un estado de mínima energía.

En este proceso de enfriamiento, las sustancias físicas normalmente evolucionan hasta configuraciones más bajas de energía, de forma que el descenso ocurre de forma natural, sin embargo existe cierta probabilidad de que se produzcan transiciones hacia estados con energía más alta. Esta probabilidad viene dada por la función:

$$p' = e^{-\Delta E / kT}$$

En donde  $\Delta E$  es el cambio positivo en el nivel de energía,  $T$  es la temperatura y  $K$  es la constante de Boltzmann. Así durante el descenso del valle que ocurre durante el enfriamiento, la probabilidad de que ocurran grandes saltos positivos es menor que la probabilidad de que ocurra uno más pequeño. También la probabilidad de que exista un cambio positivo decrece conforme la temperatura va bajando (Rich y Knight, 1994).

De esta forma, y avalado por Russell y Norvig (2004) se afirma que los grandes saltos, son más probables en

los comienzos del proceso cuando la temperatura permanece alta y son más improbables al final cuando la temperatura baja, hasta que finalmente se converja a un óptimo global.

Esto se debe, a que los procesos físicos son sensibles al enfriamiento, si este produce con rapidez se formarían regiones estables de alta energía. En otras palabras, se alcanza un mínimo local pero no global. Si por el contrario se utiliza un programa más lento, es probable que se forme una estructura cristalina uniforme, que se corresponda con un mínimo global. Pero según Rich y Knight (1994), si el programa es demasiado lento, desaprovecha el tiempo, por esta razón el plan de enfriamiento óptimo para cada problema de enfriamiento específico, se suele hallar de forma empírica.

Este proceso para Russell y Norvig (2004), es visto como un proceso iterativo que se van ejecutando con valores decrecientes de parámetros, en donde el criterio de selección son las reglas de transición del algoritmo, seleccionando un candidato de forma aleatoria entre los que componen el entorno de la solución actual, si el candidato es mejor en criterios de evaluación entonces es aceptado en caso contrario, será aceptado con una probabilidad que decrece según crezca la diferencia entre los costos de la solución candidata y la actual.

La técnica de Enfriamiento simulado, se resumen en el algoritmo presentado en la (FIG. 1).

## La Propuesta

### 1. Consideraciones Generales:

- Un máximo de 5 secciones por semestre y turno para cada programa establecido.
- La misma materia y sección no se puede dictar 2 veces el mismo día.
- No se consideran los salones, estos deben ser asignados después de establecer los horarios.

### 2. Actividades previas al proceso de asignación de horario.

Se deben realizar un conjunto de actividades previas, que actualizan las estructuras de datos presentadas en la (Tabla 1) con referencia a los elementos de datos (Tabla 2), que consisten en:

- Fijar una disponibilidad al profesor.
- Aperturar las materias y secciones del programa para nuevo periodo.
- Asignar los profesores para el nuevo periodo.
- Asignar las materias y secciones abiertas en el nuevo período al profesor, indicando cantidad de bloques.
- Asignar las materias y secciones con horario fijo, que no van a ser tomadas en cuenta por la heurística.

### 3. Adaptación del Algoritmo Recosido simulado al problema de Asignación de Horario.

#### Etapa Inicial:

- Se carga la matriz tridimensional de horario (horas, días, materias\*secciones permitidas) horarios pre-

1. Evaluar el **estado inicial**. Si también es el estado objetivo, devolverlo y terminar.  
En caso contrario, continuar con el estado inicial como el **estado actual**.
2. Inicializar EL-MEJOR-HASTA-AHORA con el estado actual.
3. Inicializar **T** de acuerdo al programa de enfriamiento.
4. Repetir hasta que se encuentre una solución o hasta que no queden operadores que aplicar al estado actual.
  - a. Seleccionar un **operador** que aún no se haya aplicado al estado actual para producir un estado nuevo.
  - b. Evaluar el nuevo estado. Calcular:  
 $\Delta E = (\text{valor del estado actual}) - (\text{valor del nuevo estado})$   
 -Si el nuevo estado es un **estado objetivo**, devolverlo y terminar.  
 -Si no es un estado objetivo, pero es el **mejor estado actual**, convertirlo en el estado actual.  
 Hacertambién que el mejor hasta ahora sea el nuevo estado  
 -Si no es el mejor estado actual, convertirlo en el estado actual con probabilidad  $p'$  definida anteriormente. Este paso normalmente se implementa invocando a un generador de números aleatorios para que genere un número de rango [0,1]. Si este número es menor que  $p'$ , se acepta el movimiento. Si no, no se hace nada.
  - c. Revisar **T** cuando sea necesario, de acuerdo con el programa de enfriamiento. Devolver como respuesta EL-MEJOR-HASTA-AHORA.

Figura 1.

Fuente: (Rich y Knight, 1994, Pp79).

**Tabla 1. Estructura de datos.**

DISPONIBILIDAD	{Disponibilidad}	@cedula+1{@periodo+dia+ horain +horafi }
HORARIO	{Horario}	@periodo+1{@programa+{@codigo_optico+1{@seccion+1+1{@bloque+horainh+horafih+dia+salon+cedula+fijo}}}}
PROGRAMAPROF	{Programaprof}	@programa+1{@cedula+{@periodo}}
MATERIA	{Materia}	@codigo_optico+nombre+semestre+horat+Programa

Fuente: El autor, 2006.

**Tabla 2. Elemento de datos.**

Nombre	Descripción
Bloque	**Número del Bloque de la materia
cantidad	**Horas totales del bloque
Cedula	**Cédula del profesor
Codigo_optico	**Código de la materia a dictar
Dia	**Día disponible [1-5]
Horainh	**hora de inicio [1-16]
Horafih	**hora de fin [1-16]
Horat	**Horas totales de la materia
Nombre	**Nombre de la materia
Periodo	**Periodo del semestre =Periodo+año
Programa	**Programa de la materia
Salon	**Salones de clases =sala+numero
Sección	**Turno + Sección de la materia [D/V/N] [001-005]
Semestre	**Semestre de la materia [1-10]

Fuente: El autor, 2006.

vios en ese periodo por otros programas y se eliminan los horarios asignados en el periodo actual por el programa, sino tiene un horario fijo.

- Se carga la matriz tridimensional con la disponibilidad del profesor (horas, días, profesor) y se inhabilita como disponibilidad del profesor el bloque que se corresponda con horario asignado en ese período por otro programa.
- Se carga la matriz tridimensional de horarios por profesor (horas, días, profesor).
- Se cargan las materias y secciones que van a entrar en la heurística.

#### Estado inicial:

Se toma como referencia, un horario de un periodo previo (FIG. 2) y se carga en el horario del semestre pertinente, siempre que se corresponda con el profesor, la materia, la sección y la cantidad de horas del bloque; tomando en cuenta el tiempo con la disponibilidad del profesor

para este periodo, esta solución inicial se convierte en una solución actual.

#### Estado objetivo:

Cuando se lograr colocar en el horario todas las materias ofrecidas.

#### Mejor estado actual:

Si se ubica la materia y sección, en un espacio que se corresponda con el turno, sección, semestre, tiempo del profesor, dentro de su disponibilidad, además de no coincidir el día seleccionado con otro bloque de la misma materia y sección.

#### Operador:

Se toma de forma aleatoria una materia y sección y si tiene horario previo se elimina.

#### T:

Para determinar la temperatura inicial de arranque que va a multiplicar el número de materias aperturada por sección, Se realizó una prueba (Tabla 3) que consistió en pro-



Figure 2. Pantalla para realizar el horario automático.

Fuente: El autor, 2006.

bar 100 veces el horario automático con diferentes tamaños, tomando en cuenta una muestra de 73 bloques de materias y secciones. De acuerdo a esto, se determinó que el tamaño más adecuado es 75 que en promedio colocó 72,6 bloques, aunque no es el mejor promedio, da resultados lo suficientemente buenos en concordancia con el tiempo (Tabla 4). Asimismo se generó un programa de enfriamiento con decremento de 1.

Tabla 3. Prueba realizada para obtener el tamaño de N más adecuado.

Tamaño	No. de Bloque	Promedio de bloques colocados(*)
50	73	71,5
75	73	72,6
100	73	72,7
125	73	72,4
150	73	72,1

(\*) Muestra de 100 intentos.

Fuente: El autor, 2006.

Tabla 4. Promedio de tiempo de acuerdo al tamaño de T.

Tamaño de N	Aproximación en Tiempo(Segundos)
50	91"
75	142"
100	210"
125	332"
150	508"

Fuente: El autor, 2006.

p':

La probabilidad p' viene determina por la formula  $e^{-(\text{numero de iteración} / T)}$ .

#### 4. Construcción de la aplicación

Para la construcción de este módulo, se usaron usando las herramientas Microsoft Visual Basic 6 y SQL Server 2000. Basado en el Diagrama de flujo propuesto (FIG. 3) y en las especificaciones de programa (FIG. 4) (FIG. 5) (FIG. 6).

### Consideraciones Finales

Como resultado de la investigación planteada, se obtuvo el diagnóstico de la situación actual referente a los procesos de asignación de horarios, pudiéndose establecer las situaciones problemáticas de los programas académicos regulares.

Se construyó el módulo de "Horario inteligente", basándose en la heurística Recosido Simulado para solventar el problema en la asignación de horarios, posibilitando encontrar soluciones óptimas en la distribución del recurso docente permitiendo tomar decisiones de forma oportuna. Se debe tener presente que, luego de varios intentos fallidos de colocar todas las materias aperturadas en horario, se debe considerar el flexibilizar la disponibilidad de los profesores.

El "Horario inteligente", forma parte del sistema de información centralizado para la administración del Recurso docente en el Núcleo Punto Fijo de la Universidad del Zulia.

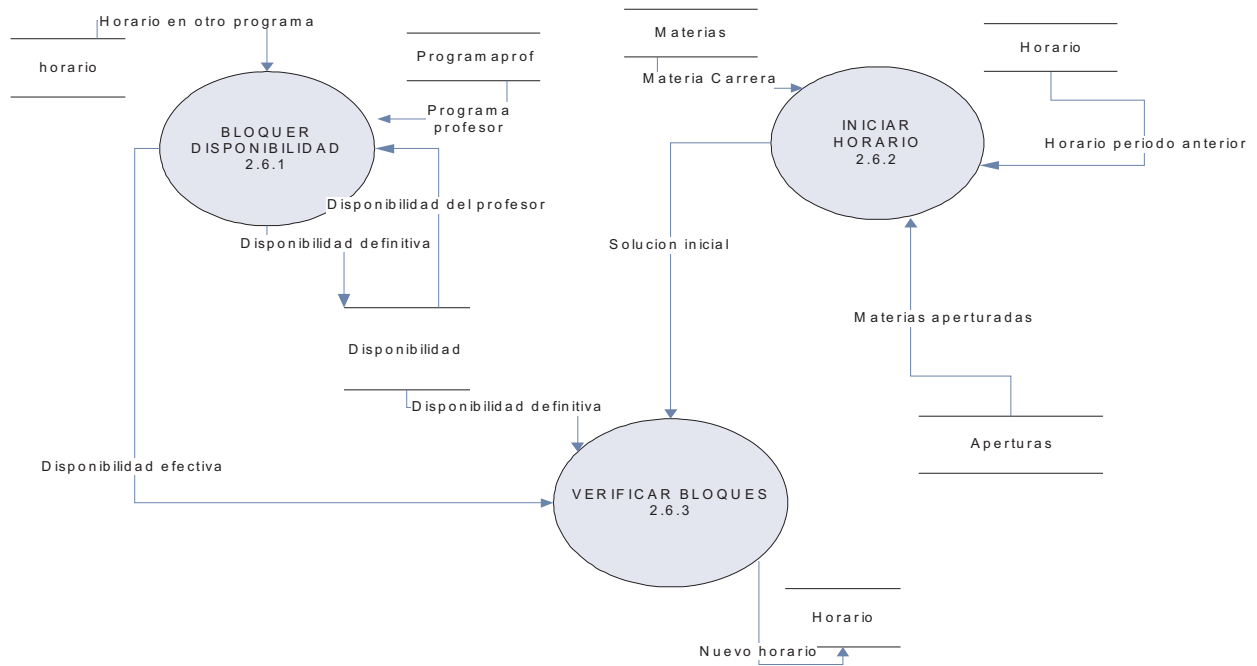
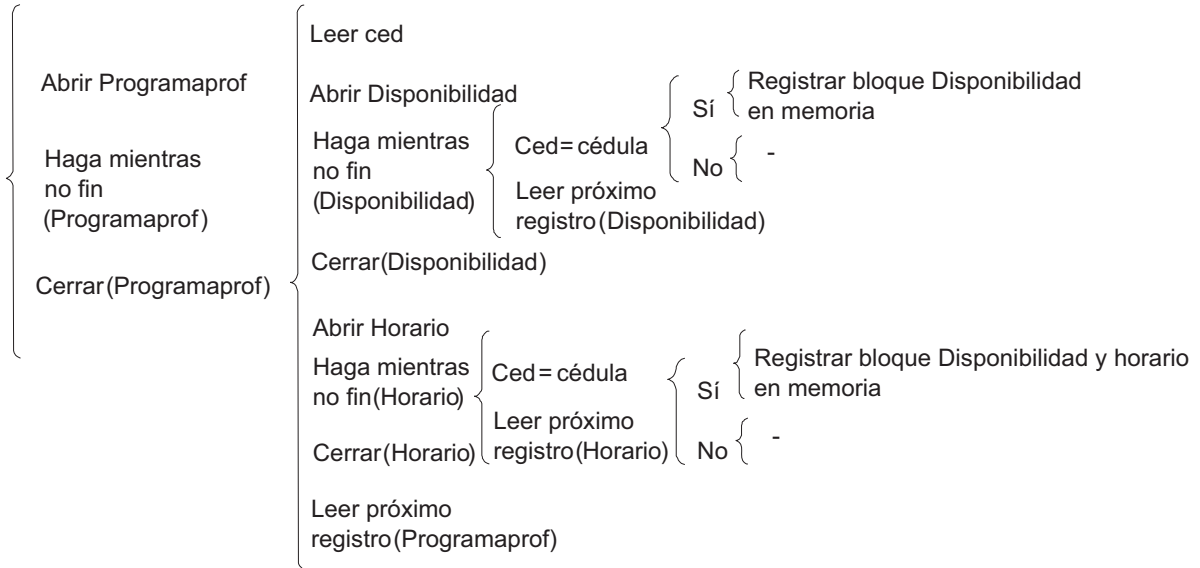


Figure 3: Diagrama Calcular Horario Automático.

Fuente: El autor, 2006.

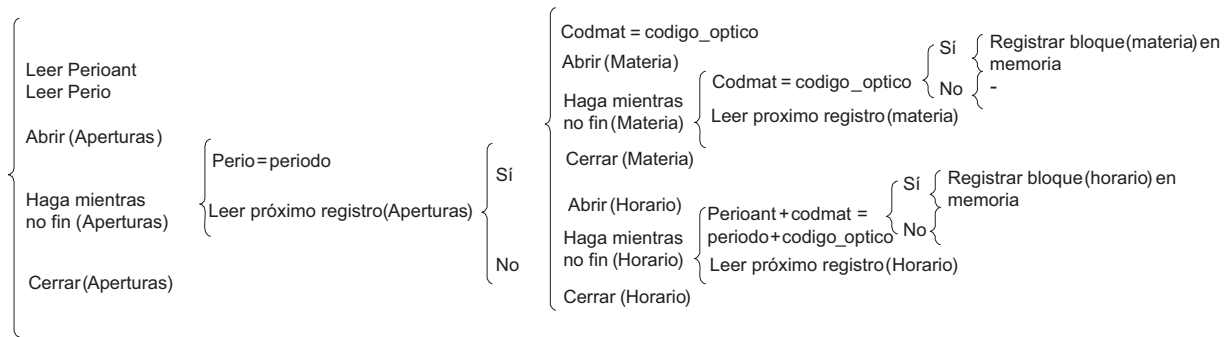


Archivos Utilizados:

- HORARIO (@periodo+1{@programa+1{@bloque+1{@seccion+1{@codigo\_optico+horainh+horafih+dia+salon+seccion+cedula }}}})
- DISPONIBILIDAD (@cedula+1{@periodo+1{@dia+1{@horainh+horafi}}})
- PROGRAMAPROF (@programa+1{@cedula+{@periodo}})

Figure 4: Especificación de Proceso 2.6.1 Bloquear disponibilidad.

Fuente: El autor, 2006.

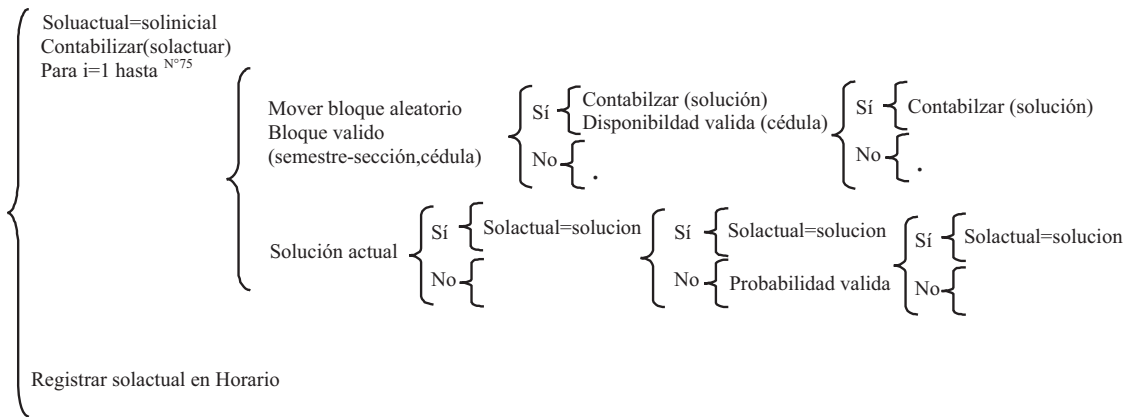


Archivos Utilizados:

- MATERIA (@Codigo\_optico+nombre+semestre+ horat+Programa)
- HORARIO (@periodo+1{@programa+1{@bloque+1{@seccion+1{@codigo\_optico+horainh+horafih+dia+salon+seccion+cedula }}}})

Figure 5. Especificación de Proceso 2.6.2. Iniciar horario.

Fuente: El autor, 2006.



- HORARIO (@periodo+1{@programa+1{@bloque+1{@seccion+1{@codigo\_optico+horainh+horafih+dia+salon+seccion+cedula }}}})

Figure 6. Especificación de Proceso 2.6.3. Verificar bloque.

Fuente: El autor, 2006.

### Referencias

CHOQUE, Gabriel (2002). **Inteligencia Artificial. Perspectivas y realizaciones**. Editorial Universidad de Mayor, Bolivia. Pp. 6.

KENDALL, Kenneth y KENDALL, Julie (2005). **Análisis y diseño de sistemas**. Editorial Prentice Hall, México. Pp. 5.

UNIVERSIDAD DEL ZULIA (2004). Gaceta Universitaria. Reglamento de Núcleos. Edición Extraordinaria Volumen X. Ediciones Universidad del Zulia, Venezuela.

MORENO, Marcos y MORENO, José (1999). **Heurísticas en Optimización**. Editorial Paraninfo, España. Pp. 26.

NILSSON, Nils (2001). **Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis**. Editorial McGraw-Hill: España. Pp. 1-2.

PINO, Raúl; GÓMEZ, Alberto y MARTÍNEZ, Nicolás (2001). **Introducción a la Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos,**

**Redes neuronales artificiales y computación evolutiva**. Editorial Universidad de Oviedo: España. Pp. 4.

QUESADA, Nora (2006). **Informe de Gestión**. Editorial Universidad del Zulia. Núcleo Punto Fijo, Venezuela.

RICH, Elaine y KNIGHT, Kevin (1994). **Inteligencia Artificial**. Editorial McGraw-Hill: España. Pp. 69-80.

ROBUSTÉ, Francesc (2005). **Logística del transporte**. Editorial Universidad Politécnica de Catalunya: España. Pp. 81-90.

RUSSELL, Stuart y NORVIG, Peter (2009). **Artificial Intelligence: A modern approach**. 3era edición. Editorial Prentice Hall: Madrid. Pp. 126-130.

YOURDON, Edward (1993). **Análisis estructurado moderno**. Editorial Prentice Hall, México.