



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

Algoritmos genéticos aplicados en la planificación de horarios docentes

Genetic algorithms applied in the planning of teaching schedules

Asdrual Henry Nelson, Fernando Artigas Fuentes.

Centro Universitario Colombia, Las Tunas, Cuba, email: asdrualhn@ult.edu.cu

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, email: artigas@uo.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo está destinado a darle tratamiento a las dificultades en la elaboración del horario docente debido al periodo de tiempo que toma su realización, así como las dificultades que implica la realización manual del horario y la realización de cambios en el mismo. Esta investigación está dirigida a la automatización del proceso de planificación docente, mediante algoritmos genéticos y la Computación evolutiva, lo que permitirá disminuir el tiempo de realización del horario docente y que el mismo sea ejecutado con un mínimo de afectaciones a los docentes que deben llevarlo a cabo. Por otro lado, la solución que se propone es capaz de re-planificar la actividad docente a partir de cualquier punto de su ejecución, teniendo en cuenta las actividades realizadas hasta el momento de dicha re-planificación.

Palabras clave: Algoritmo; planificación; mutación; cruce; cromosoma.

ABSTRACT

The present work is destined to give treatment to the difficulties in the elaboration of the teaching schedule due to the period of time that it takes to carry out it, as well as the difficulties involved in the manual realization of the schedule and the realization of changes in it. This research is aimed at automating the teaching planning process of the Faculty of Natural and Exact Sciences of the University of Oriente of Santiago de Cuba, through genetic algorithms and evolutionary Computing. Which will reduce the time of completion of the teaching schedule and that it is executed with a minimum of effects on teachers who must carry it out. On the other hand, the solution that is proposed must at



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

the same time be able to re-plan the teaching activity from any point of its execution, taking into account the activities carried out until such re-planning.

Keywords: Algorithm; planning; mutation; crossing; chromosome.

1. INTRODUCCIÓN

De manera particular, la planificación educativa es un proceso de previsión, realización y evaluación de las acciones orientadas hacia el logro de los objetivos educacionales previstos. Todo proceso de planeamiento educacional se realiza en función de una realidad concreta, se inscribe en el marco geográfico, social, económico y cultural de una comunidad local y nacional.

Las Universidades, no está ajena a la necesidad de planificar el proceso de formación educativa para cada una de sus carreras y para cada año de las mismas. Es por ello que se realiza semestralmente el planeamiento de las diferentes asignaturas, conformándose los horarios docentes que marcan el desarrollo del proceso docente educativo, así como la cantidad de horas y profesores que deben impartirlas.

“Sin embargo, existen dificultades en la elaboración de los horarios de clases, fundamentalmente porque deben tenerse en cuenta los recursos humanos y materiales. Desde esta perspectiva puede considerarse esta actividad como un problema de asignación de recursos limitados a ciertas tareas. Los recursos que se consideran generalmente son el tiempo, los profesores existentes y su disponibilidad, así como el espacio físico. Las tareas se refieren a las actividades docentes que realizan los profesores”. (Mera, 1999).

Podemos definir como problemática de este trabajo: las dificultades en la elaboración del horario docente debido al periodo de tiempo que toma su realización, así como las dificultades que implica la realización manual del horario y la realización de cambios en el mismo. El objetivo es obtener un P4 que cumpla con un conjunto de restricciones expresadas en forma de reglas. Lo que permitirá que el mismo sea ejecutado con un mínimo de afectaciones a los docentes que deben llevarlo a cabo.



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

Como antecedente se tiene conocimiento de algunos trabajos destinados al tema de la planificación docente, como son: Algoritmos Evolutivos Aplicados a la Generación de Horarios para Colegio (Edison Fernando Mera Menéndez, 1999) que presenta como ventajas la implementación de un algoritmo evolutivo con características adaptables a ciertas circunstancias y que logró resolver problemas de planificación con características propias, pero tuvo como desventajas la falta de paralelización del algoritmo, el no estar preparado para planificar actividades universitarias y no permitir la re-planificación. Sistema para la generación automática de horarios docentes, (Neysi Parada Gamboa y Luis Ángel Medina Castillo, 2015) el cual tuvo como ventajas que lograron captar los P1 de las diferentes asignaturas, así como las preferencias personales de los profesores mediante una página web e implementaron un algoritmo basado en aprendizaje reforzado que genera de manera automática el horario de todas las carreras de una facultad, entre sus desventajas está presente que para la planificación se rigen a partir de los P1, lo que dificulta realizar el horario tomando en cuenta la forma de docencia (conferencias, clases prácticas, laboratorios, seminarios, exámenes, entre otras), añadiendo que el algoritmo propuesto no está paralelizado, para lograr una mayor rapidez y menor consumo de memoria virtual. Sistema de gestión para el horario docente universitario desde teléfonos inteligentes, (Amaury Chong Rodríguez, 2017) tuvo como ventaja que logró implementar una aplicación que ajustaba las actividades del horario (P4) al calendario de los dispositivos móviles, lo que les permite a los usuarios conocer las fechas de todas las actividades, clases y eventos planificados, por otro lado sus desventajas están en que esta aplicación parte de un horario docente ya planificado por lo que no resuelve el problema de la planificación de horario, no reconoce los P4 referentes a los cursos por encuentro, no notifica más de un P4 activo, presenta restricciones en el orden de la lectura de los códigos QR y problemas de reconocimiento de las aclaraciones del P4, no permite la configuración de medios turnos, turnos compartidos y subgrupos, no permite modificar las asignaturas del calendario una vez añadido el P4, la búsqueda de eventos solo se realiza por la



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

asignatura. Como parte de esta investigación se conoce que se desarrolló un segundo trabajo para eliminar algunas de las desventajas mencionadas anteriormente pero aun así esta aplicación no realiza la planificación del horario docente (P4) sino que parte de una planificación ya realizada.

2.DISCUSIÓN

Para realizar el proceso de elaboración de un horario docente es necesario tener en cuenta las restricciones bajo las cuales se debe de confeccionar este. Estas en su generalidad se ajustan a las características de los centros educacionales y se clasifican en restricciones fuertes, las cuales siempre deben de cumplirse para que el horario sea válido; y las débiles las que, aunque no sean cumplidas, no afectan la efectividad del horario, pero su cumplimiento determina una mayor calidad en el mismo. Entre algunas de las restricciones fuertes tenemos las siguientes: un profesor no puede impartir dos asignaturas al mismo tiempo (esto sería doblar profesor), una asignatura no puede ser impartida en grupos diferentes al mismo tiempo si el profesor es el mismo, no deben de existir dos exámenes de asignaturas diferentes planificados para un mismo día en un mismo grupo de una misma carrera.

Por lo general este tipo de restricciones responde a violaciones del tiempo y espacio, así como a las características particulares del centro educativo. Entre las restricciones blandas o débiles tenemos aquellas que permiten determinados parámetros con el fin de satisfacer algunas condiciones del centro educativo a fin de tratar de mejorar la planificación, por ejemplo, no colocar a las profesoras con niños pequeños ni a primero ni a último turno, no deben existir turnos vacíos y de existir, tratar que sean los últimos turnos de cada sesión. Los turnos vacíos son aquellos en los que por determinadas razones no se pueden impartir asignaturas o asignar a profesores que por alguna restricción no debieran usarlos, entre otras.

El trabajo de planificación de horarios que se propone se desarrollará aplicando programación evolutiva y algoritmos genéticos. Los algoritmos evolutivos son métodos de optimización y búsqueda de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica. En ellos se mantiene un conjunto de entidades que representan posibles soluciones, las cuales se mezclan, y compiten entre sí, de tal manera que las más aptas son capaces de prevalecer a lo largo del tiempo, evolucionando hacia mejores



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

soluciones cada vez. Esta característica los hace invaluable a la hora de encontrar soluciones a problemas con restricciones, como es el caso que nos ocupa.

Para un problema dado, pueden formularse muchos algoritmos evolutivos. “Estos pueden diferir de diversas maneras, por ejemplo, puede que usen diferentes estructuras de datos para representar un individuo, usar diferentes operadores genéticos, métodos para crear la población inicial, forma de manejar las restricciones del problema, parámetros del algoritmo, como son el tamaño de la población, probabilidad de aplicar uno u otro operador, etc”. (Mera, 1999).

Nos centraremos en la descripción de los que consideramos aspectos fundamentales para abordar un problema al utilizar algoritmos genéticos. La población inicial se generará de forma aleatoria. La función objetivo (fitness) propuesta será de maximización. Para realizar esta estrategia se le asignará a cada individuo una puntuación que se basará en el cumplimiento de las restricciones fuertes y las deseables dándole mayor importancia a las restricciones fuertes ya que, como se mencionó antes, estas son las que hacen que una planificación sea válida.

- ✓ El cumplimiento de cada restricción fuerte asignará 3 puntos para el individuo (cromosoma).
- ✓ El cumplimiento de cada restricción débil o deseable asignará solo 1 punto para el individuo.

De esta forma se busca que los individuos que cumplan con las restricciones fuertes sean los que alcancen la mayor puntuación, que les permitirá ser seleccionados como una posible solución al problema planteado. Los cromosomas se definirán como una sucesión de actividades definidas en un espacio de tiempo que constituirá un P4. Para ello se tendrán en cuenta el número de facultades, de carreras, años, semestres, semanas, días, sesiones y turnos que se desean planificar. En el caso de los turnos están formados por una estructura que contiene 5 campos que se definen a continuación.

Turno:

- ✓ Tipo: Representa la forma de docencia.
- ✓ Asignatura: Asignatura que se imparte.
- ✓ Profesor: Profesor que imparte la asignatura.
- ✓ Aula: Aula en la que se imparte la asignatura.
- ✓ Grupo: Grupo al que se le imparte la asignatura



La figura 1 muestra un esquema de relaciones entre estos datos.

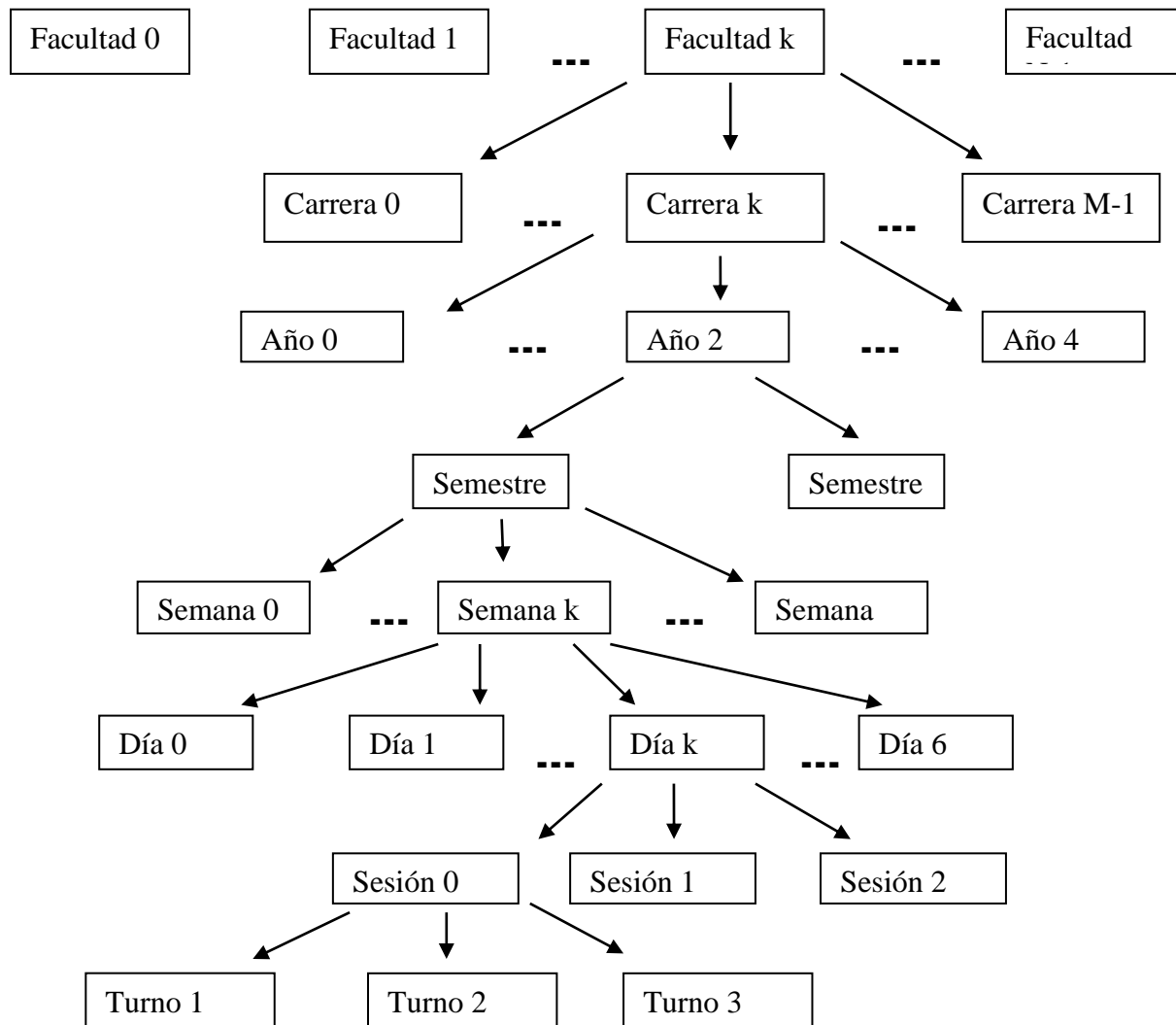


Figura 1. Relación entre los datos utilizados para la construcción del cromosoma.

Luego como se mencionó antes, cada turno será una estructura con 5 campos siendo cada uno de estos campos un alelo como se muestra en la figura 2.

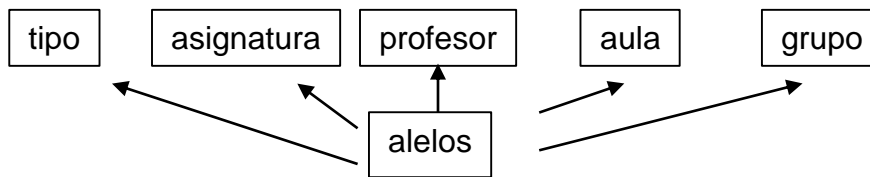


Figura 2. Estructura de un turno.

Como cada turno contiene 5 alelos, para determinar la cantidad total de alelos solo debemos multiplicar por 5 las cantidades totales de facultades, carreras, años, semestres, semanas, días, sesiones y turnos. Para ello planteamos la siguiente fórmula.

$$Cant_{alelos} = Fac * Carr * Años * Sem * Sema * Dias * Ses * Tur * 5 \quad (1)$$

Donde **Fac** representa la cantidad total de facultades, **Carr** es la cantidad total de carreras, **Años** representa la cantidad de años con los que se trabaja, **Sem** representa la cantidad de semestres, **Sema** representa la cantidad de semanas, **Días** representa la cantidad de días con los que se trabaja en la semana, **Ses** representa la cantidad de sesiones de trabajo de los días y **Tur** representa la cantidad de turnos de las sesiones.

Cada alelo contendrá un número entero de 4 bytes representando sus 32 bits la información que será manejada por el algoritmo genético como ceros y unos a la hora de aplicar los cruces y mutaciones como se muestra en la figura 3.

La estrategia de cruce a utilizar para la generación de los nuevos individuos será la basada en cruce en un punto, el cual se basa en tomar un mismo punto escogido aleatoriamente en los progenitores e intercambiar sus partes, la primera perteneciente a uno de ellos con la segunda parte del otro progenitor y la primera parte del segundo progenitor con la segunda parte del primer progenitor. En cuanto a mutación se propone utilizar diferentes estrategias de mutación mediante un operador de mutación con una probabilidad aleatoria. La condición de parada para el algoritmo genético será cuando se alcance un horario válido o el algoritmo realice un número de interacciones máximo predefinido.

Una vez que se logra generar un cromosoma válido equivalente a una solución, esta se representará en un conjunto de matrices N-dimensionales formadas por cada una de las semanas del P4, lo cual constituye el método más frecuente de mostrarlos. La figura 3 muestra una matriz que representa el P4 correspondiente a un grupo de uno de los años de una carrera determinada.



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**
Universidad de Holguín, 2020

	L	M	Mi	J	V	S	
1 ^{RO}							
2 ^{do}							
3 ^{ro}							
R	E	C	E	S	O		
4							
5							
6							

N semanas del P4

Figura 3. Horario correspondiente a un grupo de uno de los años de una carrera determinada.

3. CONCLUSIONES

La realización de este trabajo estará destinada a la elaboración de un planificador docente automático utilizando un algoritmo genético y programación evolutiva que permita disminuir el tiempo de planificación y mejorar la toma de decisiones asociadas a la misma. Para la elaboración del planificador se propusieron diferentes estrategias con el fin de confeccionar un sistema que permita la especificación de restricciones de diversas instituciones docentes.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, J.A. Generación de horarios académicos en INACAP utilizando algoritmos genéticos. Tesis de Maestría en Tecnología de la Información. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2014.
- Arteaga, T.I. Aplicación de algoritmo genético para el problema de asignación de horarios en la división de Ingeniería civil y geomática. Tesis de Maestría en Ingeniería. Universidad Nacional Automática de México. México, D. F, 2013.
- Castrillón, O.D. Combinación entre algoritmos genéticos y aleatorios para la programación de horarios de clases basado en ritmos cognitivos. Información Tecnológica, 2014, 25(4): p. 51-62.
- Cobas, K.M. Algoritmos genéticos aplicados a problemas de planificación. [En línea]. Informática Jurídica.com. 2013. vol. 9. [Consultado el: 15 de septiembre



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

del 2019]. Disponible en: http://www.informatica-juridica.com/wp-content/uploads/2014/01/Algoritmos_geneticos_aplicados_a_problemas_de_planificacion.pdf.

- Chong, A. Sistema de gestión para el horario docente universitario desde teléfonos inteligentes. Trabajo de Diploma. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, (2017).
- González, B.S. Asignación personalizada de cargas horarias para estudiantes mediante un algoritmo genético. Tesis de Ingeniero de Software. Universidad Autónoma del Estado de México. Tianguistenco, 2018.
- Guerra, M.A- Pardo, E.H- Salas, R.E. Problema del school timetabling y algoritmos genéticos: una revisión. Revista vínculos, 2013, 10(2): p. 259-276.
- Hañari, S. Algoritmos evolutivos aplicados a la generación de horarias para el colegio Aplicación de la Una –Punto. Tesis de Ingeniero de Sistemas. Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistema. Universidad Nacional del Altiplano– Puno,2016.
- Mera, E. F. Aplicados a la Generación de Horarios para Colegio. Tesis de Maestría. Universidad México, (1999).
- Neira, V.Y. El problema de timetabling para colegios chilenos. Solución mediante Algoritmos Genéticos. Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial. Universidad de Concepción –Chile. Concepción, 2014.
- Parada, N. Medina, L. A. Sistema para la generación automática de horarios docentes. Trabajo de Diploma. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba, (2015).
- Rodas, F.E- Vásquez, J.M. Implementación de un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos en la universidad de ciencias y humanidades. Tesis de Ingeniero de Sistemas e Informática. Universidad de Ciencias y Humanidades. Lima, 2017.



**CONFERENCIA DE INFORMÁTICA,
MATEMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**

Universidad de Holguín, 2020

- Rodríguez, K. Aplicación de algoritmos genéticos en la generación automática de horarios docentes en la Facultad Regional de Granma. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2012, 6(4): p. 37-43.
- Terán, E.J. Influencia de los algoritmos genéticos en la generación de horarios en la unidad educativa Ana Luisa Leoro. [En línea]. Repositorio Institucional UNIADES. [Consultado el: 7 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/10222>.
- Suárez, V.F- Guerrero, A- Castrillón, O.D. Programación de horarios escolares basados en ritmos cognitivos usando un algoritmo genético de clasificación no-dominada, NSGA-II. Información Tecnológica, 2013, 24(1): p. 103-114.
- Zelada, H.E. Algoritmo genético para la elaboración del horario de exámenes en universidades. Tesis de Ingeniero de Sistemas Empresariales. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad Científica del Sur. Lima, 2018.

5. SOBRE LOS AUTORES

Lic. Asdrual Henry Nelson profesor del Centro Universitario Colombia de la Universidad de Las Tunas, categoría docente de instructor, correo electrónico: asdrualhn@ult.edu.cu

Drc. Fernando Artigas Fuentes profesor titular de la Universidad de Oriente, correo electrónico: artigas@uo.edu.cu