

LA PLANIFICACIÓN DOCENTE UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

LA PLANIFICACIÓN DOCENTE UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

AUTORES: Asdrual Henry Nelson¹Fernando José Artigas Fuentes²Manuel Rafael Hernández Candelaria³DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: asdrualhn@ult.edu.cu

Fecha de recepción: 15-01-2021

Fecha de aceptación: 29-10-2021

RESUMEN

El presente trabajo está destinado a darle tratamiento a las dificultades en la elaboración del horario docente debido al período 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, 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; algoritmos genéticos; mutación; cruce; cromosoma.

TEACHING PLANNING USING GENETIC ALGORITHMS

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

¹ Licenciado en Ciencia de la Computación, instructor. Centro Universitario Municipal Colombia, Las Tunas, Cuba. E-mail: asdrualhn@ult.edu.cu

² Licenciado en Cibernética Matemática por la UCLV. Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Estudios de Neurociencias, y Procesamiento de imágenes y señales (CENPIS), Universidad de Oriente, Cuba. E-mail: artigas@uo.edu.cu. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4977-2135>

³ Licenciado en Estudios Socioculturales, instructor. Centro Universitario Municipal Colombia, Las Tunas, Cuba. E-mail: manuelhc@ult.edu.cu

algorithms. 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 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; genetic algorithms; mutation; crossing; chromosome.

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 están ajenas 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 período 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, lo que permitirá que el mismo sea ejecutado con un mínimo de afectaciones a los docentes que deben llevarlo a cabo.

Como antecedente (Mera, 1999) 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.

Otro antecedente (Parada y Medina, 2015), 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.

También se tiene como referente Chong (2017). Este trabajo tuvo como ventaja la implementación de 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 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.

DESARROLLO

La planificación se define como una fase de organización de un determinado proceso, necesaria en la dirección de cualquier actividad, la cual tiene como principal misión anticiparse al futuro o diseñarlo, facilitando la toma de decisiones previas. Por lo tanto, en términos generales, su ámbito de acción es universal (Vigoa, 2010). Tiene gran importancia para los estados y gobierno, además de ser empleada en las corporaciones transnacionales, empresas y territorio, instituciones e incluso por las personas, cada cual, con instrumentos diferentes, pero con objetivos y propósitos similares.

Según Vigoa (2010) la planificación tiene tres funciones básicas:

- Prevención: es una de las funciones más importantes de la planificación. Consiste en prepararse para el futuro, mejorar la capacidad de anticipación y ofrecer una visión a más largo plazo.

- Coordinación: se basa en la necesaria compatibilización y balance en el tiempo entre las diferentes metas.
- Evaluación de planes y programas: permite medir resultados, entendido como el efecto conjunto de un grupo de acciones sobre un objetivo determinado, así como su impacto, que no es más que el efecto final del resultado alcanzado. (pp.1-2)

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.

La necesidad de comprender y aplicar la planificación en las instituciones educativas se explica por las siguientes razones:

- Definir la visión y misión de la institución educativa, así como priorizar sus objetivos de modo concertado entre los diversos actores de la comunidad educativa para el logro de una gestión de calidad.
- Establecer, de modo pertinente que los objetivos y estrategias de los procesos educativos se adecuan a la realidad cambiante y logran resolver los retos y las necesidades negativas de la globalización.
- Asegurar la distribución y uso eficiente de los limitados recursos para atender de modo priorizado las crecientes demandas educativas de la población.
- Facilitar espacios y mecanismos adecuados y eficientes para incorporar las expectativas y demandas de la comunidad en la gestión educativa de las Instituciones Educativas.
- Proporcionar los instrumentos de gestión que aseguren una orientación precisa en la toma de decisiones para el corto, mediano y largo plazo.

Luego se tiene que establecer una serie de variables y restricciones que se deben de tener en cuenta para la realización del proceso de planificación en la enseñanza universitaria.

Variables:

- Curso (es el curso académico actual que se está planificando).
- Carreras (son las especialidades que se estudian en cada una de las facultades).
- Años (son los años que cursan los estudiantes en cada una de las carreras)
- Semana del semestre (son las semanas de trabajo de cada semestre).
- Semanas del curso (el número de las semanas).
- Asignaturas (son las asignaturas que reciben los estudiantes de cada uno de los años de las carreras).
- Forma de docencia con cantidades de horas por semanas.

- Profesores (son los profesores que se encargan de impartir cada una de las asignaturas).
- Días hábiles (son los días en que los profesores deben impartir las asignaturas).
- Turnos de clase (son las horas del día en las que se imparten las asignaturas).
- Plan de estudio correspondiente.
- Tipo de curso que se desea planificar (si corresponde al curso diurno o por trabajadores (CPE)).

Restricciones:

- Un profesor no puede impartir dos asignaturas al mismo tiempo (esto sería doblar profesor).
- Un profesor no puede dar más de n horas clases por semestre.
- Una asignatura no puede ser impartida en grupos diferentes al mismo tiempo si el profesor es el mismo.
- Las asignaturas no deben exceder el número de horas de su programa.
- Un profesor no debe de tener más de n programas diferentes.
- Un profesor no debe de tener menos de n (n CPE) horas clase en un semestre.
- Se debe de respetar los planes por forma de enseñanza de las asignaturas presente en el PO. (su distribución en conferencias, clase práctica, laboratorio, seminarios y exámenes).
- Las asignaturas no deben de estar fraccionadas (Ejemplo: turnos separados por un receso).
- Una misma asignatura no debe de impartirse dos veces el mismo día siempre y cuando no sean turnos contiguos.
- No deben de existir turnos huecos y de existir tratar que sean al final de la sección de clase. (Los turnos vacíos son aquellos en que por determinadas razones no se puede impartir alguna asignatura).
- En caso de la existencia de turnos huecos brindarles alternativas no docentes a los estudiantes en los turnos huecos.
- No deben de existir dos exámenes de asignaturas diferentes planificados para un mismo día en un mismo grupo de una misma carrera.
- Disponibilidad de aulas (tener en cuenta las aulas que pertenecen a cada grupo de estudiantes).
- No puede haber dos grupos en la misma aula.

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, de manera general esta estrategia es utilizada por Rodríguez (2012), Cobas (2013), Guerra et.al. (2013), Ahumada (2014), Neira (2014), Rodas y Vásquez (2017), Zelada (2018). Además se emplea otra estrategia que toma en cuenta las restricciones mencionadas con anterioridad, pero le añaden los ritmos cognitivos, los cuales determina cual es el mejor momento del día para impartir ciertas asignaturas por sus características, en este caso tenemos Castrillón (2014), Suárez et. al. (2013). Otra estrategia es la seguida por Hañari (2016), que utiliza la variante de restricciones obligatorias y deseadas, pero tienen en particular la calificación que utilizan dentro de estos tipos de restricciones, valorando las restricciones obligatorias como críticas y las deseadas como intermedias y deseables. Otra de las variantes trabajada es la de formar un conjunto de restricciones de manera general para el cumplimiento de cada una de ellas, como Arteaga (2013), Terán (2018). Por su parte González (2018) se basan en la existencia de cinco condiciones de acuerdo a las características de la planificación y la institución.

Entre 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 algoritmos genéticos. Los algoritmos genéticos 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 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 genéticos. 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.

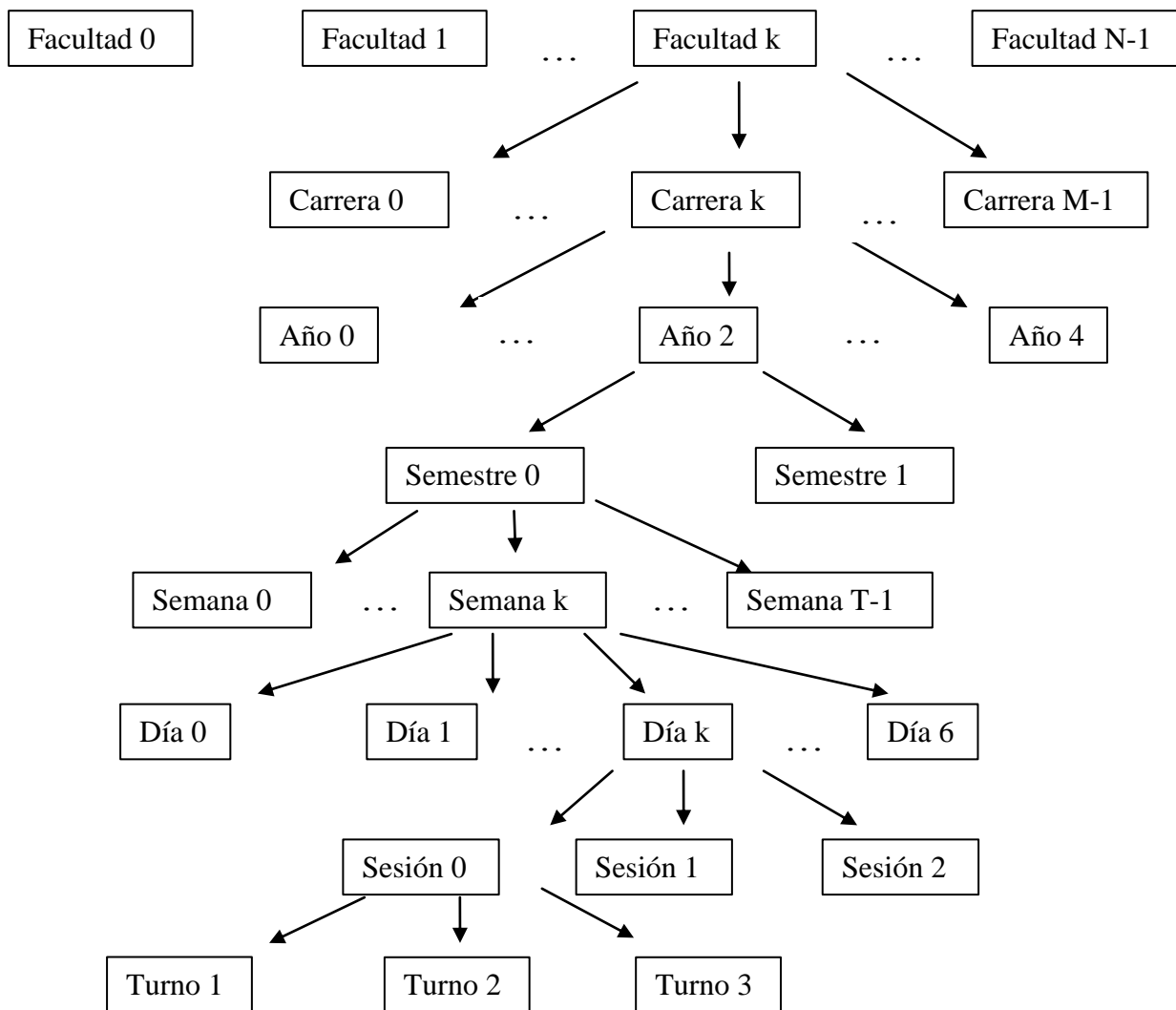
De esta forma se busca que los individuos que cumplan con las restricciones fuertes sean los que alcancen la mayor puntuación, que les permitirá ser seleccionados como una posible solución al problema planteado. Los cromosomas se definirán como una sucesión de actividades definidas en un espacio de tiempo 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

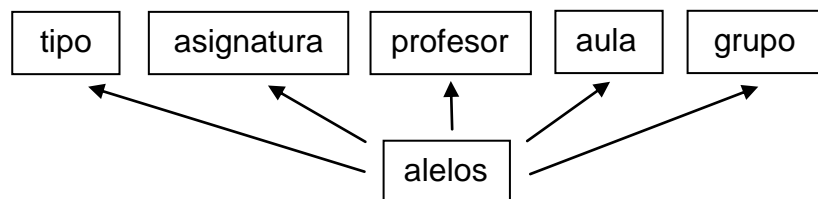
La figura 1 muestra un esquema de relaciones entre estos datos.

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.

Figura 3.

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

	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

CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo se estudiaron diferentes estrategias para la automatización de la planificación docente con el fin de confeccionar una estrategia para un planificador que permita la especificación de restricciones de diversas instituciones docentes. La estrategia para un planificador docente automático emplea un algoritmo genético que facilita disminuir el tiempo de planificación y mejorar la toma de decisiones asociadas a la misma.

REFERENCIAS

- Ahumada, J.A. (2014). Generación de horarios académicos en INACAP utilizando algoritmos genéticos. Tesis de Maestría. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Arteaga, T.I. (2013) Aplicación de algoritmo genético para el problema de asignación de horarios en la división de Ingeniería civil y geomática. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Automática de México. México, D. F.
- Castrillón, O.D. (2014) Combinación entre algoritmos genéticos y aleatorios para la programación de horarios de clases basado en ritmos cognitivos. *Información Tecnológica*, 25(4), 51-62.
- Cobas, K.M. (2013) Algoritmos genéticos aplicados a problemas de planificación. Recuperado de: http://www.informatica-juridica.com/wp-content/uploads/2014/01/Algoritmos_geneticos_aplicados_a_problemas_de_planificacion.pdf.
- Chong, A. (2017) Sistema de gestión para el horario docente universitario desde teléfonos inteligentes. Trabajo de Diploma. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- González, B.S. (2018) Asignación personalizada de cargas horarias para estudiantes mediante un algoritmo genético. Tesis de Ingeniero de Software. Universidad Autónoma del Estado de México. Tianguistenco.
- Guerra, M. A et.al. (2013) Problema del school timetabling y algoritmos genéticos: una revisión. *Revista vínculos*, 10(2), 259-276.
- Hañari, S. (2016) 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.
- Mera, E. F. (1999) *Algoritmos evolutivos aplicados a la generación de horarios para colegio*. Tesis de Maestría. Universidad México.
- Neira, V.Y. (2014) El problema de timetabling para colegios chilenos. Solución mediante Algoritmos Genéticos. Tesis de Maestría. Universidad de Concepción – Chile. Concepción.
- Parada, N. y Medina, L. A. (2015) Sistema para la generación automática de horarios docentes. Trabajo de Diploma. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba.

- Rodas, F.E. y Vásquez, J.M. (2017) 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.
- Rodríguez, K. (2012) Aplicación de algoritmos genéticos en la generación automática de horarios docentes en la Facultad Regional de Granma. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. 6(4), 37-43.
- Terán, E.J. (2018) Influencia de los algoritmos genéticos en la generación de horarios en la unidad educativa Ana Luisa Leoro. Recuperado de: <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/10222>.
- Suárez, V.F, et. al. (2013) Programación de horarios escolares basados en ritmos cognitivos usando un algoritmo genético de clasificación no-dominada, NSGA-II. Información Tecnológica, 24(1), 103-114.
- Vigoa, C. (2010) Fundamentos de planificación. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Zelada, H.E. (2018) 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.