

Utilização de Algoritmos Genéticos para a Elaboração do Quadro de Horários do Ensino Médio-Técnico Integrado do CEFET/RJ

Vítor Lourenço, Uéverton Souza, Eduardo Ogasawara

Escola de Informática & Computação – CEFET/RJ
Av. Maracanã, 229, Rio de Janeiro, RJ, 20271-110

vitornaslourenco@gmail.com, {usouza,eogasawara}@cefet-rj.br

Abstract. *An adequate development of a timetable is a key issue for a health operation of the entire educational and administrative roles in an educational institution. However, numerous factors such as schedule availability, quantity of classes, and allocation of teachers makes the timetable problem becomes very complex. This work presents a solution based on genetic algorithms for the problem of timetable for all technical courses of CEFET / RJ taking into account the major demands of our institution.*

Resumo. *Elaborar uma grade de horários é um requisito fundamental para um saudável funcionamento de toda parte pedagógica e administrativa de uma instituição de ensino. Entretanto, inúmeros fatores como disponibilidade de horários, quantidade de matérias e alocação de professores torna o problema da grade de horários bem complexo. Este trabalho apresenta uma solução baseada em algoritmos genéticos para o problema da grade de horários para todos cursos técnicos do CEFET/RJ, levando-se em consideração as demandas de nossa instituição.*

1 Introdução

A elaboração de um quadro de horários é fundamental para o bom funcionamento do ambiente escolar independentemente do nível de ensino, seja ele fundamental, médio, técnico ou superior. Entretanto, apesar da grade existir em todas as instituições de ensino, sua elaboração apresenta um conjunto de peculiaridades. Deste modo, caracteriza-se como um problema comum, mas que sua solução, na maioria dos casos, é feita de modo manual.

A solução manual se torna muito complexa à medida que mais restrições surgem, como, por exemplo, números de matérias, professores, turmas e salas. Assim, observa-se que esta solução comporta-se de maneira pouco eficaz quando há uma expansão da instituição. Dessa forma, uma abordagem computacional personalizada para tratar a questão passa a ser importante e prioritária.

No caso do CEFET/RJ, com a volta do ensino médio-técnico integrado em 2013, tem-se a necessidade de elaborar uma grade que contemple, em um único turno, as disciplinas técnicas juntamente com as disciplinas básicas do ensino médio. Em cada turno, há, ao todo, oito cursos técnicos desta modalidade, no qual cada curso tem a duração de quatro anos. Sendo assim, existe um total de 32 turmas a cada ano. Cabe ressaltar que os professores das disciplinas do ensino médio são compartilhados pelos diferentes cursos técnicos, impondo restrições de horários. Em linhas gerais, cada dia tem seis tempos de 50 minutos, dando a possibilidade de seis aulas por dia, com um total de 30 por semana. As disciplinas podem ter um, dois, três ou quatro tempos por

semana, mas não devem ser ministradas em mais de dois tempos por dia. Uma restrição adicional, é que haja um intervalo de, no mínimo, um dia entre as disciplinas com mais de dois tempos.

Uma vez exposta a grande quantidade de restrições, nota-se a necessidade de uma solução computacional que atenda ao problema proposto. Este trabalho apresenta uma abordagem elaboração do quadro de horários do ensino médio-técnico integrado do CEFET/RJ a partir da utilização de algoritmos genéticos (Goldberg 1989).

Além desta introdução, este trabalho é constituído por mais quatro seções. Na seção 2 é apresentada a fundamentação teórica. A seção 3 apresenta a metodologia de pesquisa adotada. Já a seção 4 apresenta a avaliação experimental realizada. Por fim, na seção 5, apresenta-se a conclusão.

2 Fundamentação Teórica

O tratamento computacional para elaboração de quadro de horários vem sendo estudado desde a década de 60 (Appleby et al. 1961, Knauer 1974). Em linhas gerais, o problema pode ser tratado como a organização de um grupo de aulas de modo que atenda as especificações personalizadas de cada instituição. Assim, comumente, as turmas são constituídas pelas alocações de disciplinas e professores em determinado tempo.

Foi a partir do trabalho de Welsh e Powell (1967) que o problema da grade de horários foi caracterizado como semelhante ao problema de coloração de grafos. Desta forma, já na década de 70, o problema do quadro de horários foi classificado como NP-Completo (Even et al. 1975). Em virtude da complexidade, costuma-se utilizar abordagens heurísticas para torná-lo computacionalmente tratável. De Jong e Spears (1989) fizeram estudos onde se apresentou a utilização dos Algoritmos Genéticos como possíveis métodos para abordar os problemas NP-Completo. A partir de então, vários trabalhos com algoritmos genéticos foram realizados para o tratamento de quadro de horários, como observado em Deris et al. (1999).

O algoritmo genético tem como objetivo não ser um algoritmo específico, mas sim, com base em teorias do campo das Ciências Naturais, observar os fenômenos naturais da adaptação, evolução, seleção natural presentes no meio ambiente, tentando desenvolver mecanismos computacionais que se assemelhem a esse processo. Portanto, utilizar e especificar, de forma precisa e personalizada, os mecanismos reconhecidos pela biologia, como o *crossing-over*, que tem a função de evoluir as gerações sempre procurando melhorar as gerações anteriores e a mutação, que evita que as gerações apresentem uma estagnação, é fundamental para o bom funcionamento do algoritmo (Goldberg 1989).

3 Metodologia de Pesquisa

A metodologia adotada fez uso de algoritmos genéticos para elaborar uma grade de horários otimizada, *i.e.*, que atenda as restrições apresentadas. O problema foi inicialmente relaxado, pois apenas os professores das disciplinas técnicas eram alocados diretamente a um determinado horário. No caso das disciplinas básicas, a alocação do professor é feita a posteriori. Nesse momento, o importante é distribuir, de modo equilibrado, as disciplinas básicas ao longo dos dias, para que não haja mais aulas de matemática em um dia da semana do que em outro.

Cada gene corresponde à alocação de um ou dois tempos de uma determinada disciplina. Se uma disciplina contém, por exemplo, três tempos, ela é representada por dois genes, um de dois tempos e outro de um tempo só. Como cada ano de cada curso

contém 30 tempos, cada gene pode assumir valores de 0 a 29, correspondendo ao tempo inicial no qual aquela disciplina é alocada. Finalmente, como são oito cursos de quatro anos cada, por turno, podemos ter uma representação genética de cada turno contendo cromossomos de 32 blocos com até 30 genes.

A configuração de cada ano para cada curso é feita a partir de uma planilha em formato Microsoft Excel. A implementação da abordagem foi feita por uma aplicação console em Java. Para a leitura do arquivo Excel foi feito uso do componente Apache POI (2013). Para a implementação do algoritmo de otimização, foi utilizada a biblioteca JGAP (Meffert 2013) de algoritmos genéticos. A função de avaliação (do inglês, *fitness*) traduz cada inconformidade das restrições impostas como um ponto negativo. O problema consiste em maximizar esta função de modo a não mais haver pontuação negativa.

4 Avaliação Experimental

Foi feita uma avaliação experimental da implementação realizada, onde, na Figura 1.a, foram analisadas o tempo de execução e, na Figura 1.b, o número de gerações de genes utilizados pelo algoritmo genético no processo de elaboração do quadro de horários. Na composição em seis tempos diários (apresentada em verde) que totalizam 30 tempos, observa-se em que até quatro cursos, o tempo gasto para achar uma solução adequada é menor do que cinco minutos. A partir desse momento o tempo cresce até se chegar ao caso com oito cursos, no qual são gastos 2135 minutos. Esse comportamento pode também ser explicado pelo número de gerações criadas para encontrar a solução. Com oito cursos, tem-se a criação de quase três milhões de gerações, na qual se tem 80 cromossomos por geração.

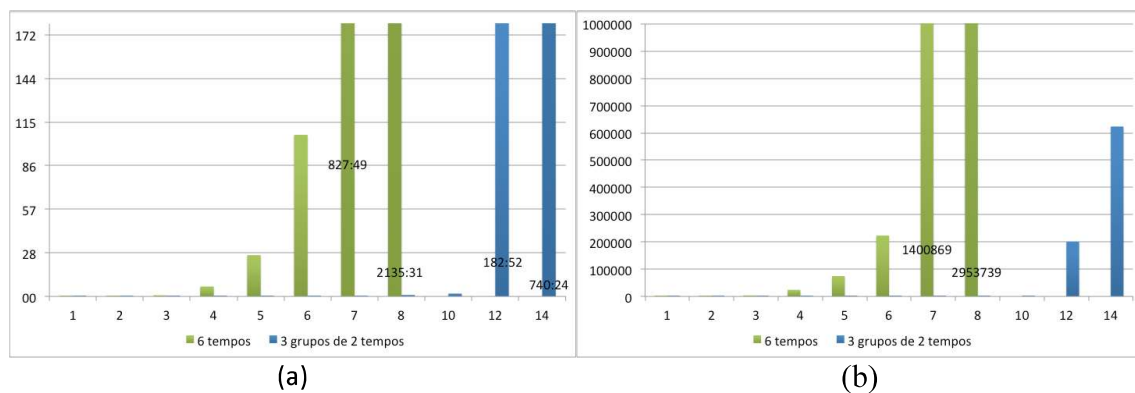


Figura 1 – tempo em minutos de geração (a); número de gerações criados (b)

Para otimizar o problema, reduzindo-se o espaço de busca, foi observado que a maioria dos cursos tinha 2 tempos. Os curso com 3 e 4 tempos eram desmembrados, respectivamente, em grupos de 1+2 tempos e 2 tempos. Nesse caso, observou-se que as disciplinas poderiam ser pré-processadas e aglutinadas de modo a formar grupos gerais de dois tempos, totalizando o cenário que cada curso poderia ter, no máximo, 15 genes. Este cenário é representando pela existência de 3 grupos de 2 tempos a cada dia (apresentado em azul).

Observa-se que a série em azul apresenta um desempenho bem superior a verde, somente apresentando uma degradação de desempenho significativa a partir da décima sexta turma. No gráfico verifica-se visualmente a diferença de amplitude entre os valores dos dois experimentos no caso de oito turmas. Isso deve-se ao fato da redução do espaço de busca que, na primeira versão, varia de 0 a 29, totalizando 30

possibilidades de escolha para os trinta genes, enquanto que, na segunda versão, varia de 0 a 14, totalizando 15 possibilidades para quinze genes. Deseja-se, por turno, otimizar 32 turmas (8 cursos de 4 anos). A implementação atual permite, de modo factível, trabalhar com 16 turmas. De modo pragmático, o problema de otimizar 32 turmas foi desmembrado e otimizado em dois grupos de 16 turmas. Portanto o problema global das 32 turmas foi alcançado.

5 Conclusão

O projeto foi um desafio e um aprendizado com as pesquisas nas literaturas consultadas de técnicas computacionais de formação do quadro de horários e da aplicação de algoritmos genéticos em diferentes situações. A elaboração do modelo computacional do quadro de horários do ensino médio-técnico integrado do CEFET/RJ foi satisfatória, atendendo aos requisitos especificados pela instituição e, portanto, tendo aplicação prática dos resultados propostos pelo modelo computacional. O projeto continua em desenvolvimento no âmbito de obter novas formas de otimizar os genes e as entradas para uma resolução mais rápida e simultânea de todo ano escolar, ou seja, abordando as 32 turmas conjuntamente.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq pela bolsa PIBIC-EM e à FAPERJ pelo financiamento parcial deste trabalho.

Referências

- Apache POI, (2013), *The Java API for Microsoft Documents*, <http://poi.apache.org>.
- Appleby, J. S., Blake, D. V., Newman, E. A., (1961), "Techniques for Producing School Timetables on a Computer and their Application to other Scheduling Problems", *The Computer Journal*, v. 3, n. 4 (Jan.), p. 237–245.
- Deris, S., Omatu, S., Ohta, H., Saad, P., (1999), "Incorporating constraint propagation in genetic algorithm for university timetable planning", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 12, n. 3 (Jun.), p. 241–253.
- Even, S., Itai, A., Shamir, A., (1975), "On the complexity of time table and multi-commodity flow problems". In: , *16th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, 1975*, p. 184–193
- Goldberg, D. E., (1989), *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. 1 ed. Addison-Wesley Professional.
- De Jong, K. A., Spears, W. M., (1989), "Using Genetic Algorithms to Solve NP-complete Problems". In: *Proceedings of the Third International Conference on Genetic Algorithms*, p. 124–132, San Francisco, CA, USA.
- Knauer, B. A., (1974), "Solution of a timetable problem", *Computers & Operations Research*, v. 1, n. 3–4 (Dec.), p. 363–375.
- Meffert, K. et al., (2013), *JGAP - Java Genetic Algorithms and Genetic Programming Package*, <http://jgap.sf.net>.
- Welsh, D. J. A., Powell, M. B., (1967), "An upper bound for the chromatic number of a graph and its application to timetabling problems", *The Computer Journal*, v. 10, n. 1 (Jan.), p. 85–86.