

Aplicação de Autômatos Celulares no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral em Cursos de Computação

Oscar Kiyokazu Uehara¹, Ismar Frango Silveira²

¹Centro Universitário Sant'Anna – UniSant'Anna
R. Voluntários da Pátria, 257 – 02011-000 – São Paulo – SP – Brasil

²Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL
R. Galvão Bueno, 868 – 01506-000 – São Paulo – SP – Brasil

oscaruehara@yahoo.com.br, ismar.silveira@unicsul.br

Abstract. *The courses on Math and Physics in CS undergraduate courses are strongly based over Differential and Integral Calculus. Differently from which occurs in Engineering-related courses, such courses are usually considered by students as excessively abstract and away from their professional reality. In order to contribute to solve such problem, this paper proposes the using of Cellular Automata to teach certain topics of Differential and Integral Calculus in CS undergraduate courses. As a proof of concept, a Java software prototype is shown, made to solve an application of Newton's law of cooling.*

Resumo. *As disciplinas da área de Matemática e Física nos cursos superiores de Computação encontram-se fortemente embasadas nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. De maneira diversa da que ocorre em cursos de Engenharia, essas disciplinas são costumeiramente encaradas pelos alunos como excessivamente abstratas e distantes de sua futura realidade profissional. De forma a atacar este problema, o presente artigo propõe utilizar Autômatos Celulares para o ensino de tópicos específicos de Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Computação. Como prova de conceito, é apresentado um protótipo de software em Java para resolver uma aplicação da Lei de Resfriamento de Newton.*

1. Introdução

A Matemática e a Física são disciplinas fundamentais dos profissionais da área de Exatas e são básicas e importantes nos cursos que tem a Computação como atividade fim, como os cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação. Nesse rol de disciplinas, destacam-se aquelas relacionadas ao Cálculo Diferencial e Integral, enfocando-se, neste trabalho, principalmente suas aplicações em processos de modelagem física e matemática e descritas por equações diferenciais.

Determinadas classes de equações diferenciais são resolvidos com o auxílio dos computadores, os quais se tornaram rapidamente ferramentas essenciais ao desenvolvimento da Matemática. Tais equações diferenciais estão associados a sistemas dinâmicos e se aplicam diversos ramos da ciência. Essa diversidade de aplicações faz parte do estudo dos Sistemas Complexos [Oliveira 1999][Wolfram 2002] e é uma área

de fundamental importância nos chamados sistemas naturais. É, portanto, um estudo que é eminentemente interdisciplinar.

Um dos exemplos de sistemas complexos são os Autômatos Celulares [Oliveira 1999]. Eles são compostos por um reticulado ou grade n -dimensional, onde são dispostas células de comportamento idêntico definido por um conjunto de regras de transição. São ferramentas poderosas para avaliarem o comportamento de determinados sistemas físicos e naturais, principalmente aqueles que não possuem soluções analíticas.

Estas ferramentas fazem uso intenso de recursos visuais, permitindo ao aluno uma nova percepção do fenômeno sendo observado e analisado. Propõe-se neste trabalho a incorporação dos Autômatos Celulares nas disciplinas de Matemática e Física dos cursos da Área de Exatas, principalmente aqueles que tem a Computação como atividade fim, uma vez que a fundamentação teórica da proposta é compatível com o perfil esperado do aluno desses cursos.

O presente trabalho apóia-se em trabalhos clássicos de Toffoli (1984), que propõe o uso de Autômatos Celulares como alternativa à modelagem e resolução de Equações Diferenciais e de Lilly (1985), que desenvolve uma série de atividades para modelagem e resolução de sistemas dinâmicos com os Autômatos Celulares para alunos do ensino médio e superior.

2. Aplicação dos Autômatos Celulares no Ensino de Cálculo

O uso de ferramentas com alto grau de uso de recursos visuais para ensino de Computação é justificada parcialmente pelos resultados obtidos por Cury (2000) sobre os estilos de aprendizagem de alunos de Engenharia. Este estudo determinou que tais alunos são preferencialmente ativos, sensoriais, visuais e seqüenciais, segundo o modelo proposto por Felder & Soloman (1991).

No caso de alunos de ensino superior, um dos exemplos de Lily (1985) trata do problema do resfriamento de uma torta quente que é colocada dentro de uma geladeira e posicionada próximo de uma garrafa de leite. Este problema é uma aplicação da Lei de Resfriamento de Newton onde a geladeira será modelada como um Autômato Celular bidimensional formado por um reticulado de 256 linhas por 256 colunas, representando a superfície gerada por um corte transversal (Figura 1a).

As temperaturas serão representadas por cores (neste artigo, em *grayscale*) variando do cinza escuro (temperatura mais fria) ao cinza claro (temperatura mais quente). Cada objeto inserido na geladeira cobrirá um autômato e fará com que seu comportamento seja diferente dos outros, pois o fator k é uma constante de proporcionalidade que depende do meio.

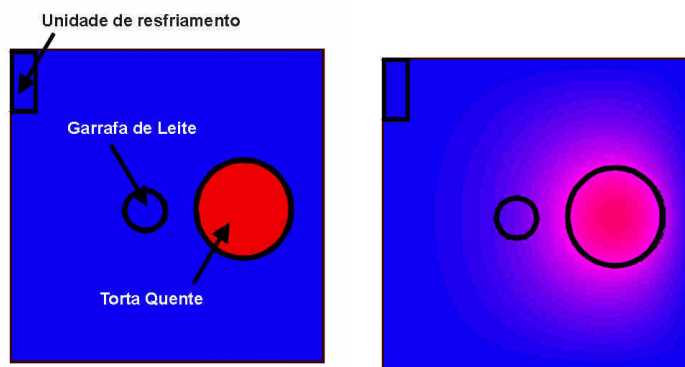


Figura 1. a) Autômato Celular Bidimensional representando um corte transversal da geladeira com os objetos. b) Distribuição das temperaturas no Autômato após 10.000 iterações

A solução é gerada por um software que possibilita aos alunos testarem o modelo, ajustar a constante de proporcionalidade, inserir outros objetos entre outras alternativas. Na Figura 1b mostra-se a distribuição das temperaturas no interior do autômato após 10.000 iterações [Lily 1985].

3. Desenvolvimento do Software

A partir do problema apresentado por Lily (1985), desenvolveu-se um protótipo interativo em Java que implementa o Autômato Celular Bidimensional de 256 x 256 células para representar a superfície da geladeira gerada pelo corte transversal. Tal desenvolvimento foi fruto de um trabalho de conclusão de curso associado a um projeto de pesquisa de Mestrado. Um *screenshot* do software pode ser visto na Figura 2 a seguir (por questões de visualização, limitou-se o reticulado de células a 25x25).

O software poderá ser utilizado pelos professores das disciplinas de Cálculo para demonstrar a evolução temporal da temperatura em toda a superfície estudada, além de apresentar as linhas de campo (isotérmicas). O aluno poderá estabelecer novos cenários, testando outros materiais (variando a constante k) e mudando a forma ou posição dos objetos do sistema.

4. Conclusões

Os Autômatos Celulares constituem ferramentas adequadas para serem utilizadas na solução de sistemas dinâmicos por alunos dos cursos da área de Computação e Informática devido a sua facilidade de uso. A utilização de software gráfico que mostram a dinâmica do processo atende a um dos estilos de aprendizagem dos alunos, que são preferencialmente visuais.

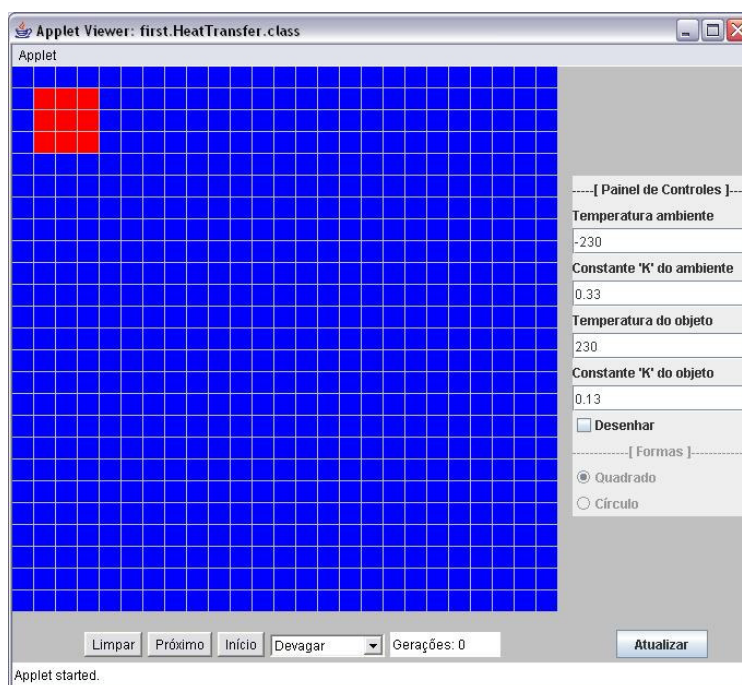


Figura 2. Screenshot do software desenvolvido

Para os alunos destes cursos, a utilização de uma abordagem não tradicional para resolução de sistemas dinâmicos clássicos, baseado em elementos discretos e governados por um conjunto de regras simples e que podem ser programados, despertam um interesse especial do potencial de utilização dos Autômatos Celulares e também na sua implementação.

Referências

- Cury, H.N. (2000) “Estilos de Aprendizagem de alunos de Engenharia”. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto. Anais. CD-ROM.
- Felder, R.M., Silverman, L.K. (1988) “Learning and Teaching Styles: in Engineering Education”. Disponível em <http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/LS-1988.pdf>. Acesso em 01/05/2006.
- Lilly, H.A. (1985) “The use of Cellular Automata in the classroom”. Proceedings of the Conference on Supercomputing. San Diego, CA. USA. Disponível em http://www.chg.ru/SC95PROC/482_ALIL/SC95.HTM. Acesso em 01/05/2006.
- Oliveira, P.M.C.O. (1999) “Autômatos Celulares”, In: Complexidade e Caos, Nussenzveig, M. (Organizador), Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, pp 83-93.
- Toffoli, T. (1984) “Cellular Automata as na alternative to (rather than na approximation of) Differential Equations in Modeling Physics”. Physica 10D. 117-127.
- Wolfram, S. “A New Kind of Science”. Wolfram Media Inc. 2002.