

Computação científica no ensino

João Nuno Tavares

Tavares, J. N.. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(03):0082

Estamos num século de (mais uma) profunda revolução científica e tecnológica, que muito se deve à comunicação e cooperação de comunidades científicas, oriundas das mais variadas áreas do conhecimento, criando equipas multidisciplinares responsáveis por progressos vertiginosos. É cada vez mais difícil definir objectivos específicos a cada uma das áreas tradicionais de investigação, e assiste-se a uma visão holística do conhecimento, traduzida em conteúdos cada vez mais inter e multidisciplinares.



São muitos os exemplos. Só para citar alguns mais recentes – o programa de descodificação do genoma humano, as técnicas de optimização de inspiração biológica e física, os sistemas imunológicos artificiais, que permitem uma compreensão cada vez mais profunda de doenças e terapêuticas (HIV, Cancro, etc.), e reciprocamente a criação de redes imunes a vírus, as células virtuais, os sistemas ecológicos virtuais, e muitos outros.

É claro que o factor mais determinante é o acesso generalizado a ferramentas computacionais cada vez mais potentes e eficientes.

Uma nova ciência emerge - a chamada Computação Científica (ou Ciência Computacional), um ramo da ciência moderna, que estuda métodos de modelação matemática e técnicas de análise quantitativa, usando computadores para analisar e resolver problemas científicos e tecnológicos. Tipicamente envolve a criação de simulações em computador (laboratórios virtuais), e o uso de técnicas numéricas, estatísticas e de programação computacional, juntamente com possibilidades sofisticadas de visualização, modelação matemática, programação, estruturas de dados, redes complexas, computação simbólica, etc.

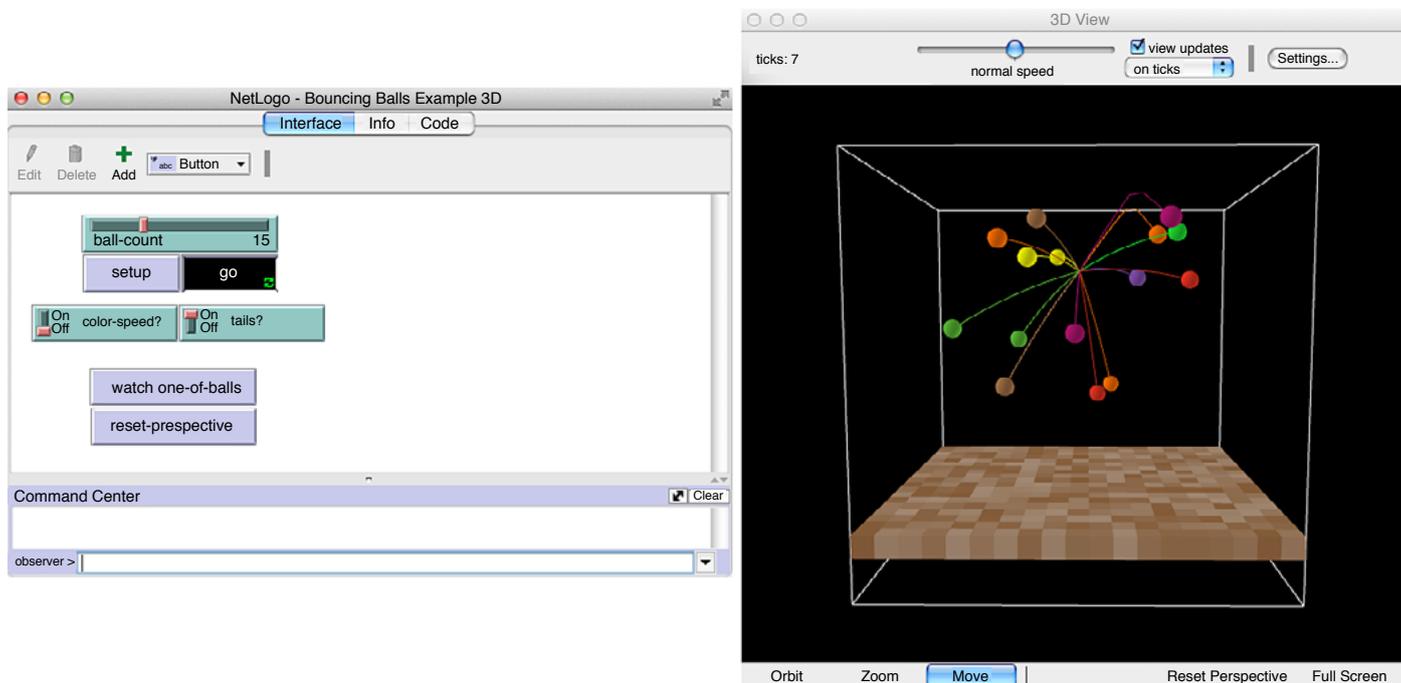
No verão de 2005, a Microsoft patrocinou uma reunião de um grupo internacional de peritos para definir e produzir uma nova visão e um roteiro da evolução da ciência nos próximos quinze anos. O documento resultante, *Towards 2020 Science*, identifica os requisitos necessários para acelerar os avanços científicos, particularmente os que resultam da síntese crescente entre computação e ciências, e os “novos tipos” de ciência daí emergentes. De facto, o computador é visto não como o tradicional auxiliar de cálculo, mas como uma nova forma de fazer ciência, em muitos casos a única forma que supera a incapacidade dos instrumentos clássicos de análise.

Neste quadro, é cada vez mais urgente repensar os currícula das áreas científicas de ensino pré-universitário e universitário, na tentativa de inovar metodologias e conteúdos de ensino que sejam o reflexo desta nova modernidade.

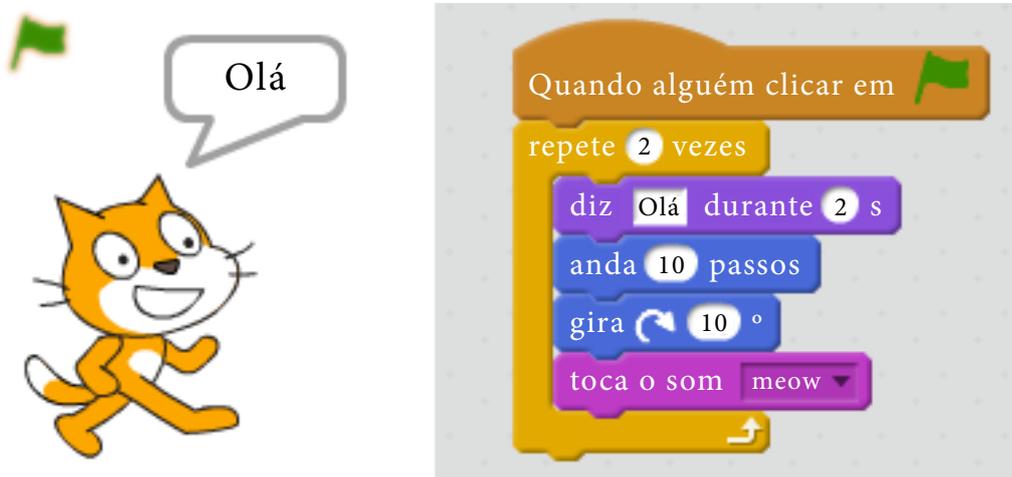
Vou ser mais específico e concreto. A revisão recente dos programas de Matemática de Ensino Básico e Secundário, e as chamadas Metas Curriculares, não contemplam este carácter multidisciplinar da ciência moderna, e, em particular, a possibilidade de ensinar simulação, programação e algoritmia computacional básica nestes níveis de escolaridade obrigatória. Será importante levantar a questão? Será útil?

Esta discussão foi lançada já há vários anos nos EUA, em particular no MIT e no Northwestern University's Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, onde nasceram várias experiências nesse

sentido, as mais conhecidas StarLogo, desenvolvido por Mitchel Resnick, no MIT Media Lab and MIT Teacher Education Program in Massachusetts, e mais recentemente Scratch, desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten group, liderado por Mitchel Resnick. O primeiro evoluiu para o actual NetLogo, desenvolvido por Uri Wilensky, director do Northwestern University's, um dos principais instrumentos (*freeware*) para modelação e simulação por agentes (ABM), um paradigma cada vez mais usado em várias áreas de investigação, desde a Biologia, Economia, Sociologia Quantitativa, etc. O segundo (também *freeware*) está mais vocacionado para ensino básico e foi desenvolvido por um dos principais criadores do conceito ABM, Mitchel Resnick.



Exemplo de utilização do NetLogo



Exemplo de utilização do Scratch

No princípio do século XX, Félix Klein iniciou uma profunda reforma da educação matemática que reuniu numa série de volumes sobre Matemática Elementar, recentemente traduzidos pela SPM. O paradigma (slogan) era privilegiar o que chamou “pensamento funcional”. O conceito chave era o de função a partir do qual toda a estrutura emerge. Mas, com a actual disseminação e popularização dos computadores, cada vez mais acessíveis a toda a população escolar, não será altura de acrescentar (não substituir) novos paradigmas – o de “pensamento algorítmico” e o de “pensamento computacional”? O conceito de algoritmo deve ser neste momento o conceito central de todo o ensino da Matemática, como muito bem assinala o matemático Arthur Engel no seu livro “*Elementary mathematics from an algorithmic standpoint*”. Toda a comunidade deveria fazer um esforço para que os conteúdos sejam repensados, tendo como ponto central o conceito de algoritmo.

O pensamento computacional poderá incluir, neste nível de escolaridade, experiências e simulações em

computador, com autómatos celulares e simulação por agentes, usando por exemplo a ferramenta Netlogo atrás referida, ou Scratch para níveis mais elementares. A revolução digital torna possível implementar mudanças radicais nos conteúdos e metodologias de ensino. É pois altura de incorporar nos currícula como é que as novas tecnologias computacionais podem transformar as concepções tradicionais de aprendizagem, educação e conhecimento. A aprendizagem da dinâmica complexa dos sistemas, através da computação científica, possibilita um ensino integrado, multidisciplinar e articulado das várias áreas científicas.

Resnick, referindo Seymour Papert, fala de construcionismo, um novo paradigma em educação que envolve dois tipos de construção. Em primeiro lugar, afirma que a educação é um processo activo, no qual a criança activamente constrói conhecimento a partir da sua experiência do mundo (esta ideia é baseada no constructivismo de Piaget). A isto, o construcionismo junta a ideia de que o aluno constrói novo conhecimento, com particular eficácia, quando está envolvido em construir coisas que tenham significado para si. Podem ser castelos de areia, máquinas de Lego, ou programas de computador. O importante é que estejam activamente comprometidos criando algo. Isto contrasta com o instrucionismo. Este foca-se em novas formas dos professores ensinarem enquanto que construcionismo se foca em novas formas dos alunos construírem. O maior desafio é pois criar ferramentas e ambientes para que seja possível aos alunos construírem, criarem, inventarem e experimentarem.

Os modelos principais são os da “nova” ciência da complexidade, fenómenos cooperativos, sistemas auto-organizados, sistemas adaptativos, fenómenos emergentes, fenómenos críticos, etc. Alguns exemplos testados: sistemas predador-preza, formiga de Langton, jogo da vida de Conway, etc. Apesar da enorme diversidade de exemplos (disponíveis na biblioteca NetLogo, p.ex.) há muito trabalho a fazer nesta área, sobretudo de adaptação para objectivos de ensino. Eis algumas referências:

Scratch <http://scratch.mit.edu/>; NetLogo <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>;

Microsoft Research, *Towards 2020 Science* <http://research.microsoft.com/en-us>

Mitchel Resnick, *Turtles, Termites and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds* (Complex Adaptive Systems), MIT Press.

Vanessa Stevens Colella, Eric Klopfer, Michel Resnick, *Adventures in Modeling: Exploring Complex, Dynamic Systems with StarLogo*, Teachers' College Press.

João Nuno Tavares

Departamento de Matemática

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto