

Sistema multi-agentes em atividades colaborativas sobre empirismo nas ciências

Arthur P. M. Tofani
Instituto de Matemática e
Estatística (IME)
Universidade de São Paulo
arthur.tofani@usp.br

Ivan R. Pagnossin
Centro de Ensino e Pesquisa
Aplicada (CEPA)
Universidade de São Paulo
irpagnossin@usp.br

Gil da C. Marques
Instituto de Física (IF)
Universidade de São Paulo
marques@if.usp.br

1 Introdução

O presente trabalho apresenta um objeto de aprendizagem (OA) criado a partir da necessidade de se promover, aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências do convênio USP-Univesp, um entendimento maior sobre empirismo, doutrina onde o conhecimento é alcançado mediante a experiência sensorial e a observação da natureza. Este conceito, apesar de ser presente no cotidiano dos alunos, é sempre explorado indiretamente, estando relacionado a fenômenos e práticas de laboratório. O objetivo deste OA é justamente colocar em foco a capacidade de observação dos alunos, apresentando um sistema hipotético, regido por regras próprias, sem relação direta com fenômenos conhecidos. Com o auxílio de um ambiente LMS e um fórum integrado, os alunos devem experimentalmente verificar estas regras e, de forma interativa, procurar modelar o sistema. Os alunos do curso acima mencionado estão atualmente em contato com esta atividade e os resultados preliminares já demonstram avanços.

2 A proposta do objeto de aprendizagem

A necessidade de criação deste OA apareceu na proposta do curso de Eletromagnetismo do curso de Lic. em Ciências do convênio USP-UNIVESP, quando o professor autor do curso propôs conduzir a didática do curso através de uma outra abordagem. Surgiu então a necessidade de melhor aproximar os alunos do método empírico, detectando experimentalmente atributos de entes físicos. Além disso, a usual indissociação do empirismo às práticas de laboratório tem apresentado efeitos colaterais sutis, como a usual incompreensão de que o termo *carga elétrica*, por exemplo, refere-se apenas a uma atribuição convenientemente introduzida para explicar os fenômenos do eletromagnetismo.

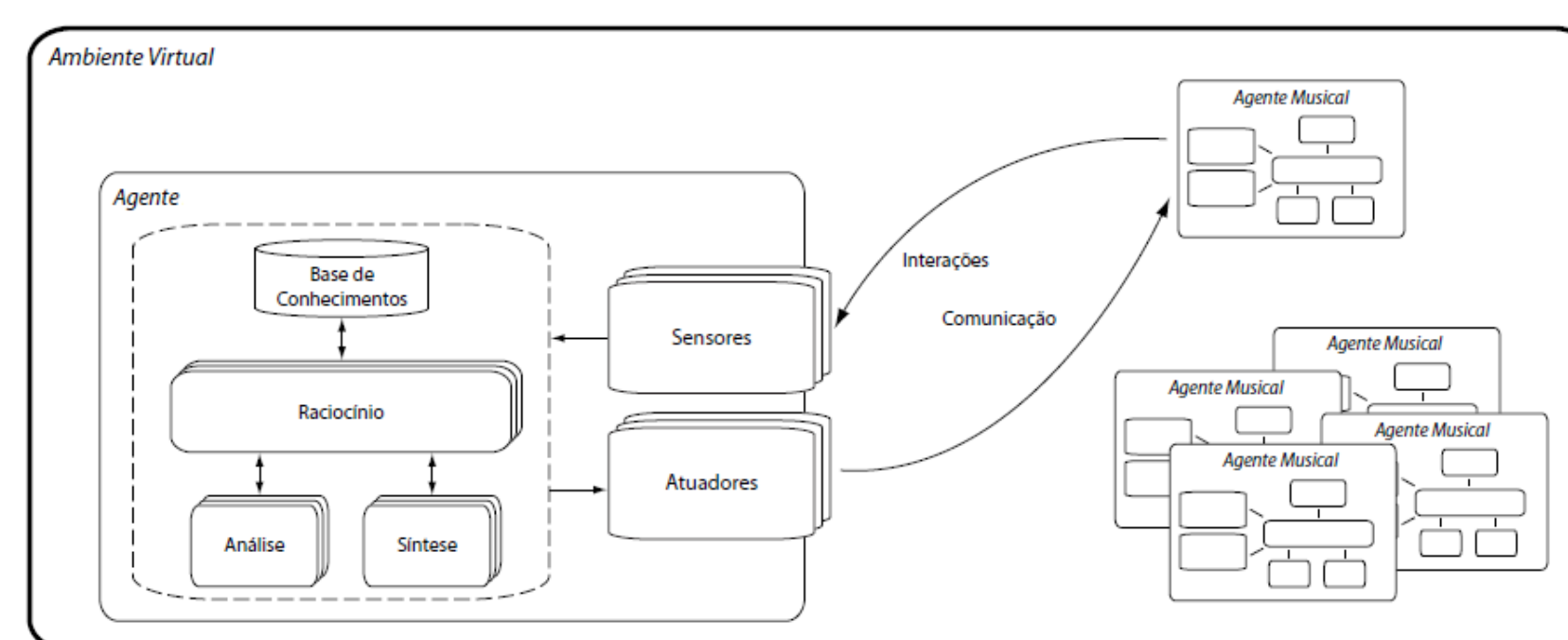
Por outro lado, o estudo do empirismo, isolado dos contextos já familiares aos alunos, seria potencialmente desestimulante e de difícil absorção se abordado apenas pela teoria tradicional. Dessa forma, buscamos recursos tecnológicos que nos permitissem criar uma situação arbitrária que não se relacionasse com os fenômenos conhecidos pelos alunos. Para isso, criamos o que chamamos de *mundo virtual* utilizando a arquitetura de sistemas multiagentes em linguagem Actionscript 3. Neste mundo virtual elementos interagem entre si através de leis (poucas e simples, inicialmente).

A intenção foi de criar um sistema com uma complexidade tal que seu comportamento, à primeira vista, parecesse caótico, mas que, com a mediação dos tutores do curso, a observação pudesse ser exercitada até o total desvendamento das regras que regem tal sistema.

3 Sistemas multi-agentes

O conceito de sistemas multi-agentes é inspirado na ideia de agentes independentes coexistentes dentro de um mesmo ambiente. Cada agente é um subprograma com certa autonomia dentro daquele ambiente, e é composto de rotinas de caráter sensorial, por onde o mesmo é capaz de perceber o ambiente (incluindo outros agentes e a si mesmo), rotinas de raciocínio, e rotinas de ação, onde de acordo com suas heurísticas de raci-

ocínio, o agente pode produzir informação dentro do sistema onde está inserido. O diagrama a seguir ilustra a arquitetura de um agente da maneira como foi utilizada para este trabalho.



A decisão de desenvolver este dispositivo baseado na arquitetura de sistemas multi-agentes foi baseada na versatilidade na criação dos sensores e atuadores destes agentes, permitindo que se buscasse uma configuração de agentes que atendessem adequadamente aos objetivos pedagógicos e que futuramente possa vir a relacionar-se com fenômenos específicos.

4 0 “mundo virtual”

O ambiente deste sistema foi criado no formato de um tabuleiro, supondo que as peças só podem andar em quatro sentidos (cima, baixo, esquerda, direita), sobre as linhas deste tabuleiro. Os elementos possuem as seguintes características:

- Forma: triângulo, quadrado ou pentágono;
- Cor: verde, azul e roxa;
- Rotação: sim/não;

Os raciocínios dos agentes são relacionados à movimentação e colisão apenas. No caso da colisão entre dois agentes, suas características são modificadas de acordo com o seguinte algoritmo:

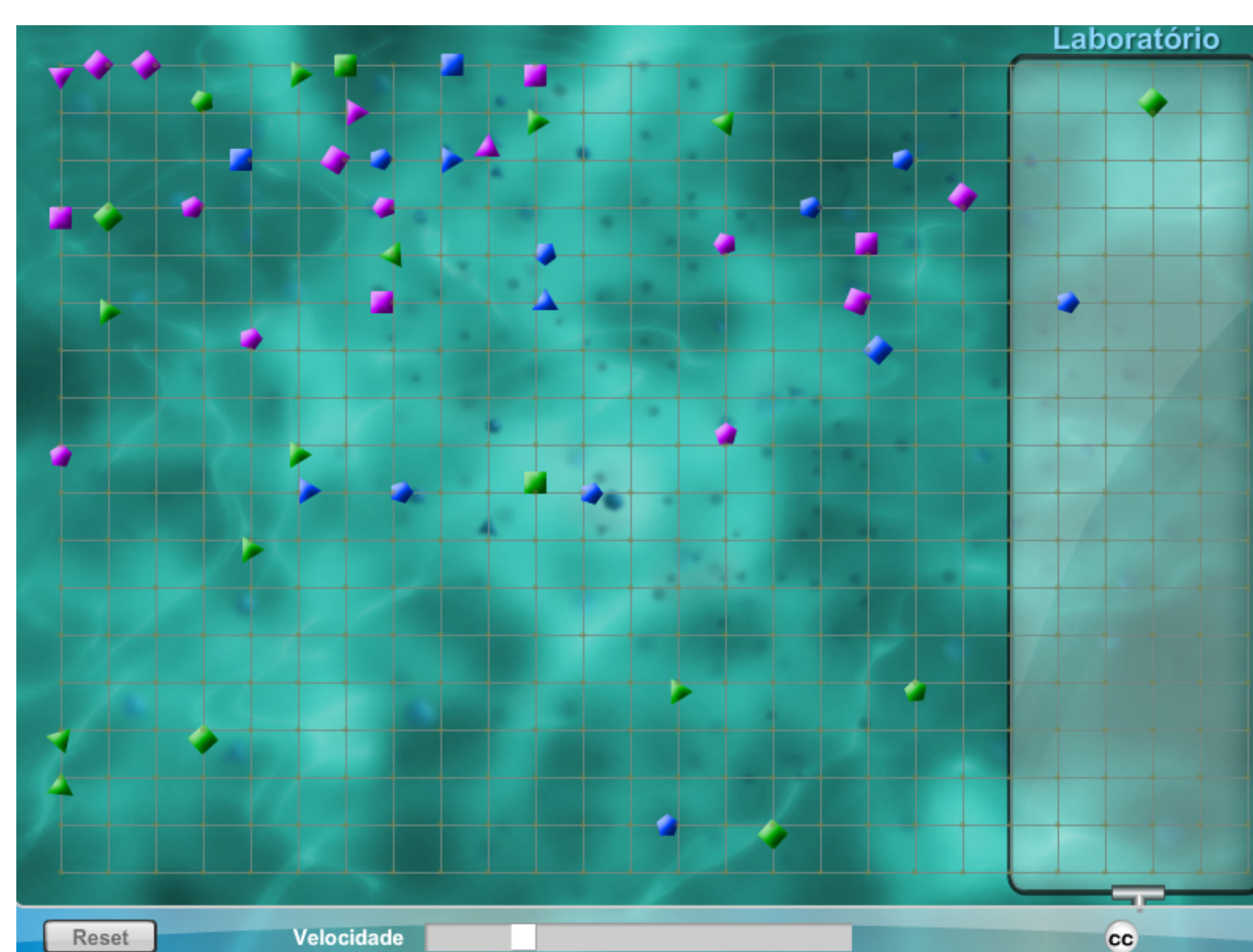
Sejam a_1 e a_2 os agentes em colisão. Atribui-se os seguintes valores para as cores c_1 e c_2 : Azul = 1; Verde = 2; Roxo = 3; Atribui-se os valores para as formas f_1 e f_2 : Quadrado = 1; Triângulo = 2; Pentágono = 3;

$$c_1 = c_2 + c_1 + 1 \mod 3 \quad \text{e} \quad c_2 = c_1 c_2 + 1 \mod 3; \quad (1)$$

$$f_1 = f_2 + f_1 + 1 \mod 3 \quad \text{e} \quad f_2 = f_1 f_2 + 1 \mod 3; \quad (2)$$

$$g_1 = g_2 \quad \text{e} \quad g_2 = g_1 \quad (3)$$

O resultado visual do mundo virtual está representado na imagem abaixo:



5 Aplicação e resultados

O objeto de aprendizagem foi inserido no LMS (*Learning Management System*) Moodle (licenciaturaciencias.usp.br) e apresentado os alunos do curso mencionado dos pólos de São Paulo, São Carlos, Piracicaba e Ribeirão Preto, no curso de Eletromagnetismo. O mundo virtual foi então aplicado no ambiente Moodle e integrado a um fórum de discussões intitulado “Comunidade científica”, cujo propósito é promover a discussão entre os alunos (então cientistas neste cenário), simulando de fato a comunidade científica de uma área qualquer. Os tutores do curso foram previamente orientados por nós quanto à mediação dessas discussões, de forma que a observação fosse depurada em três níveis buscando uma identificação sistemática dos seguintes aspectos do mundo virtual:

1. Os atributos que caracterizam os elementos que compõem este mundo;
2. As leis que o regem;
3. Uma modelagem matemática desses atributos e leis;

Neste momento o objeto de aprendizagem em questão ainda está sendo aplicado, de modo que ainda não há resultados conclusivos. Ainda assim pudemos observar alguns fenômenos interessantes, dos quais destacamos dois (os demais serão apresentados após a conclusão da aplicação do OA em revistas da área de educação):

- A maioria dos alunos procurou associar os fenômenos do mundo virtual ao mundo real, por mais que fossem advertidos quanto à inexistência dessa associação. Isto pode evidenciar a tese proposta inicialmente, de que existem efeitos colaterais ao ensino tradicional do método científico, nos laboratórios. Mas há outra explicação: a atividade foi apresentada simultaneamente aos conteúdos regulares do curso de Eletromagnetismo, o que pode ter induzido essa associação.
- Observamos uma melhora progressiva na organização dos experimentos e na apresentação do conhecimento adquirido, através do fórum. É uma forte evidência da contribuição do objeto de aprendizagem para o raciocínio científico do aluno, mas também requer mais análises.

6 Conclusões e perspectivas

Os resultados parciais da aplicação desse sistema multi-agentes nesta atividade colaborativa indica ter sido esta uma experiência de sucesso, tanto do ponto de vista técnico, pois trouxe ganhos de conhecimento para a equipe de programação, como pedagógico, pois há evidências de contribuição positiva para o aprendizado do aluno. Entretanto, este é um trabalho em progresso, cujos resultados ainda estão por vir. Apesar disso, algumas modificações são evidentes: no que concerne o software, algumas melhorias de experiência do usuário são necessárias, como a redução da *área de laboratório*.

A alteração mais significativa, que dará origem a uma versão paralela a esta, é a introdução de leis não-determinísticas. Com isso teremos um objeto de aprendizagem similar, que poderá ser utilizado na introdução de um curso de Mecânica Quântica.