

# Robô sabe pensar?

Paulo R. C. Villela<sup>1</sup> e Débora C. S. Reis<sup>2</sup>

## Resumo

“Robô sabe pensar?” é uma história desenvolvida na forma de diálogos entre três jovens amigos que tentam descobrir a resposta para esta pergunta.

A história começa quando um deles pergunta como um robô faria para encher um copo com água sem derramar uma gota. A tarefa, embora muito simples para nós humanos, é relativamente mais complexa de descrever quando se tenta mostrar como um robô executaria esta missão trivial para nós.

Quando os jovens da história enfrentam o desafio de “ensinar um robô a encher um copo com água sem derramar”, eles estão na verdade construindo um conhecimento, descobrindo algo novo, assim como cientistas quando tentam entender um fenômeno natural através do desenvolvimento de um modelo capaz de explicá-lo e, se possível, reproduzi-lo em laboratório.

No final da história (que é desenvolvida em três partes), os jovens terão construído e validado um modelo de como um robô poderia encher um copo d'água sem derramar uma gota. Também fica claro para os jovens da história que um robô não consegue pensar sozinho pois de fato uma pessoa ou pessoas já pensaram sobre como o robô executará a tarefa.

O modelo criado é construído sob enfoque da metodologia conhecida como **Dinâmica de Sistemas** (originalmente denominada **Industrial Dynamics** [1]), criada por Jay Forrester no MIT no final da década de 50 do século passado, usando para isso o software **Insight Maker** [6] que pode ser rodado gratuitamente em qualquer navegador de internet.

## Palavras-chave

Educação fundamental. Robótica. Ensino de ciências. Dinâmica de Sistemas



Figura 1

<sup>1</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora - paulo.villela@engenharia.ufjf.br

<sup>2</sup> IDados - deboracsreis@gmail.com

## 1. Introdução

### Motivação

O uso de **Dinâmica de Sistemas** no ensino fundamental está bastante difundido pelo mundo todo. No Brasil, existem algumas iniciativas que são precursoras desta técnica tais como os projetos **Ciência Viva** [7], **WLinkIt** [3] e o **ModelCiências** [4]. Este artigo apresenta sinteticamente uma das iniciativas desenvolvidas pelo Ciência Viva [7] projeto da UFJF apoiado pelo CNPq. O principal objetivo deste projeto é ensinar Ciências usando Dinâmica de Sistemas nas escolas de ensino fundamental.

Acreditamos que o ensino de Ciências deva ser feito de maneira prática. A maioria das escolas de ensino fundamental brasileiras não têm laboratórios científicos. Em grande parte o ensino de Ciências é restrito a aspectos teóricos. Isso torna os alunos desinteressados no que eles estão aprendendo e mesmo quando os laboratórios estão disponíveis, eles não vêem como empregar o que lhes foi ensinado na teoria dada em sala de aula. Na maioria das vezes, aulas de laboratório são usadas mais para mostrar e demonstrar conhecimentos e não para instigar descobertas.

É incomum ver um professor estimulando seus alunos a descobrir por eles mesmos algo em Ciências. É um grande desafio criar situações para o ensino de Ciências com base em experimentos feitos com materiais comuns disponíveis nas escolas e até mesmo nas casas dos alunos e que despertem a curiosidade destes e os façam interessados em descobrir por eles mesmos.

A linguagem de Dinâmica de Sistemas é uma ferramenta útil, poderosa e barata na construção de uma ponte entre o mundo real e modelos para o ensino de Ciências. Permite que os alunos façam suas próprias descobertas científicas e validem seus modelos de uma forma natural.

Uma experiência deste tipo é o que se mostra aqui neste artigo e outras mais podem ser encontradas em **CLE: Creative Learning Exchange** [2], todas elas baseadas na metodologia Dinâmica de Sistemas de Jay Forrester.

### A estratégia

Geralmente construir e operar robôs despertam o interesse e a curiosidade de crianças e adolescentes. Os campeonatos de robôs são muito populares no Brasil e em todo mundo. Diante de um robô que imita alguma habilidade humana, uma pergunta paira no ar: "robô sabe pensar?" Afinal, o que está por trás da "inteligência" que faz um robô parecer pensar por si só? Estas são perguntas com as quais tentamos estimular a curiosidade e as respostas dos alunos.

A história começa quando um dos jovens pergunta como um robô encheria um copo com água sem derramar uma gota. A tarefa, embora muito simples para os humanos, é relativamente complexa quando se trata de ensinar um robô a fazê-la de maneira correta. Quando os jovens da história enfrentam o desafio de "ensinar um robô a encher um copo d'água", eles estão realmente construindo um conhecimento, como um cientista quando está tentando entender um fenômeno natural e construindo um modelo capaz de explicá-lo ou, se possível, reproduzi-lo em laboratório. No final história, os jovens terão construído e validado um modelo de como um robô encheria um copo com água sem derramá-la. Fica claro, na história,

que um robô não consegue pensar sozinho, alguém já pensou antes como um robô executará a tarefa.

## 2. A história

“**Robô sabe pensar?**” é o título da história que pode ser vista integralmente em <http://www.ufjf.br/cienciaviva/biblioteca/robo-sabe-pensar/>. A história gira em torno de três personagens: Beatriz, Bruna e Pedro. Esses jovens estudantes são vizinhos e começam a conversar enquanto brincam na rua. Beatriz é uma jovem muito curiosa pois está sempre tentando descobrir como as coisas funcionam e com a ajuda de seus dois outros amigos, eles tentam responder como um robô faria para encher um copo com água até o nível de água desejado sem derramar nada.

### O Experimento

A aventura começa quando eles observam atentamente como fazem para encher um copo d'água sem derramar. Para isso, eles colam uma escala numérica de 0 a 512 na parte externa de um copo. Eles começam a encher o copo a partir do nível 0 (zero), isto é, abrem a torneira no máximo e diminuem o fluxo de água aos poucos até que o nível 512 seja atingido, quando a torneira é então fechada completamente. Eles usam um relógio para medir o nível da água no copo a cada unidade de tempo. Anotam os tempos e os níveis atingidos como mostrado na tabela na figura 2, ao lado.

Time	Nível de água no copo
0	0
1	256
2	384
3	448
4	480
5	496
6	504
7	508
8	510

Figura 2

Estes dados (níveis de água no copo versus tempo) são marcados num gráfico (vide figura 3, abaixo). A observação é um elemento essencial em um experimento científico. O gráfico montado a partir das observações medidas será o referencial usado para futura validação do modelo.

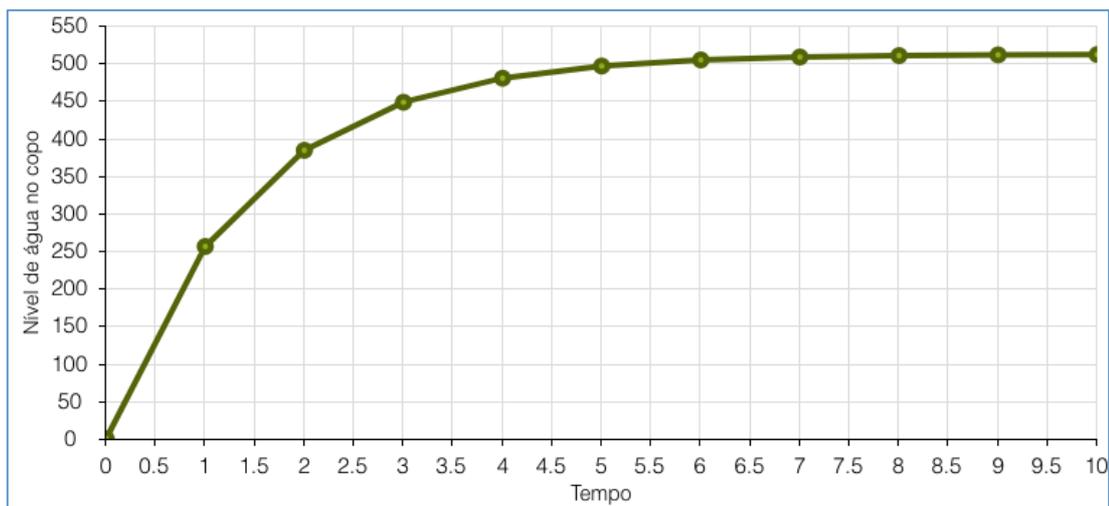


Figura 3

## O Modelo do Robô

Na segunda parte, o modelo do robô é finalmente construído com auxílio do software Insight Maker, ou seja, os jovens imaginam como um robô “pensaria” para encher um copo com água.

O robô materializa uma idéia abstrata, o conhecimento subjacente à construção de um modelo para encher um copo com água sem derramar. A idéia dos jovens na história é que o robô **a cada passo enche o copo com a metade do volume que ainda falta para alcançar o nível final** (512).

- No tempo 0 (zero), o copo está vazio ( $t = 0$ , nível = 0) e a diferença a ser enchida é 512 ( $= 512 - 0$ ).
- No tempo 1, o robô enche o copo até a metade do que falta para completar o copo, isto é, até o nível 256 ( $= 512 / 2$ ). A nova diferença a ser enchida é agora 256 ( $= 512 - 256$ ).
- No tempo 2, o robô enche o copo do nível atual (256) até a metade do que falta ( $128 = 256 / 2$ ), atingindo portanto o nível 384 ( $= 256 + 128$ ). A nova diferença a ser enchida é agora 128 ( $= 512 - 384$ ).
- No tempo 3, o robô enche o copo do nível atual (384) até a metade do que falta ( $64 = 128 / 2$ ), atingindo portanto o nível 448 ( $= 384 + 64$ ). A nova diferença a ser enchida é agora 64 ( $= 512 - 448$ ).
- Esse processo continua até que o nível final seja aproximadamente alcançado.

Este modelo foi implementado no **Insight Maker** e pode ser testado em tempo real no endereço <https://insightmaker.com/insight/109869/Robo-Sabe-Pensar> conforme mostrado na figura 4 a seguir.

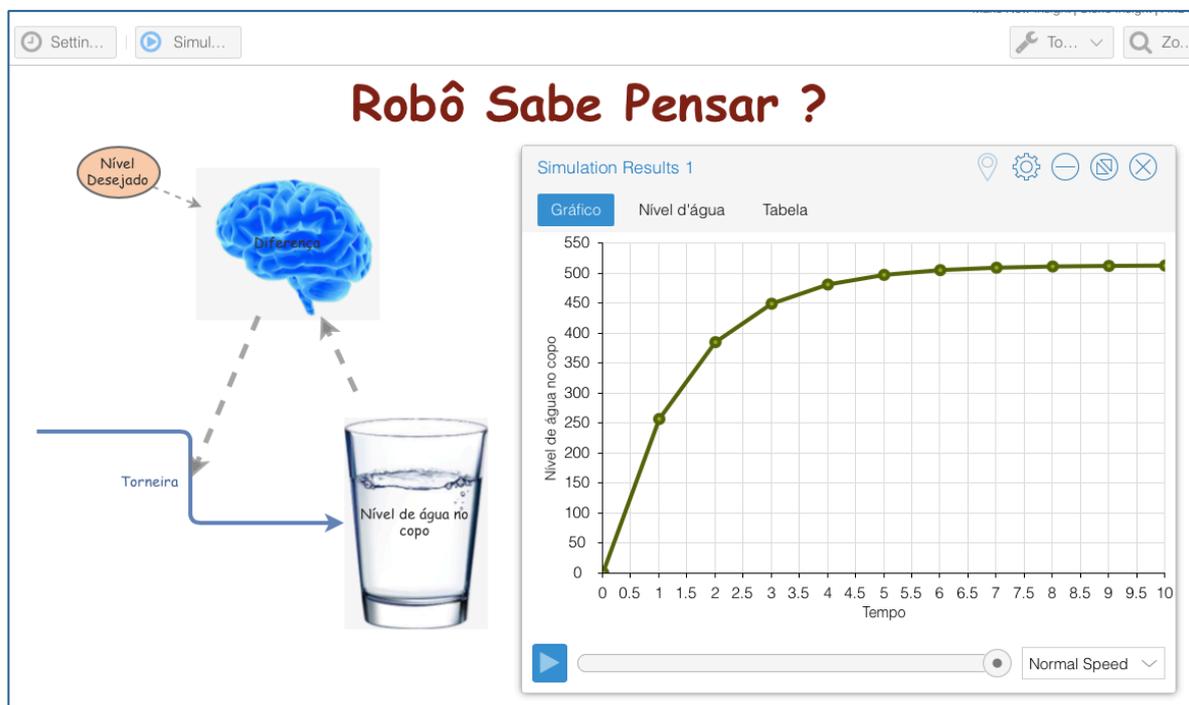


Figura 4 - Simulador Robô Sabe Pensar?  
<https://insightmaker.com/insight/109869/Robo-Sabe-Pensar>

## Validação do Modelo

Nota-se uma clara semelhança entre o nível de água no copo enchido pelo robô (figura 4) e aquele obtido pelos jovens durante a fase de observação (figura 3). Essa semelhança é a validação do modelo do robô.

## Desafios

Neste modelo, alguns alunos poderão perceber que o robô na verdade nunca atinge o nível final (512) e portanto nunca, de fato, para de encher o copo, isto é, sempre fica para ser enchido no próximo passo, a metade do que falta para se atingir o nível desejado.

Neste momento os jovens podem ser instigados com um desafio: fazer um novo modelo onde este problema não ocorre, isto é, o robô para de encher o copo em determinado momento.

## 3. Conclusões

A história escrita no formato de um diálogo entre três jovens oferece a professores de Ciências um roteiro que pode ser usado tal como escrito ou adaptado de acordo com as necessidades e disponibilidades de recursos na escola, com objetivo de orientar grupos de alunos na construção de suas próprias experiências.

A história pode ser também um roteiro para desenhar uma história em quadrinhos, ou fazer um vídeo amador ou até mesmo uma pequena peça teatral, dependendo dos recursos disponíveis na escola e das habilidades e interesses dos alunos.

O principal objetivo desta história é servir de roteiro flexível suficiente para ser usado pelos professores, substituindo os personagens da história por alunos reais, nos diálogos, para criar um ambiente de identificação e envolvimento, o que é fundamental para conquistar a atenção dos alunos e interessante na construção de modelos científicos.

Os alunos certamente descobrirão e proporão melhorias no modelo. Talvez eles questionem sobre a questão dos robôs versus seres humanos na sociedade atual. Se chegarem a esse ponto, provavelmente entenderão porque é muito mais importante “construir novos conhecimentos” do que fazer tudo como um robô, de forma repetitiva, segundo regras pensadas por outras pessoas.

Espera-se com esta história e com este tipo de experiência que os alunos despertem e valorizem o cientista que existe dentro de cada um de nós.

## 4. Referências

1. Forrester, Jay (1960) **Industrial Dynamics**. Martino Fine Books (reimpressão).
2. Quaden, Rob; Ticotsky, Alan; Lyneis, Debra. (2006) **CLE Books: The Shape of Change Lessons**. The Creative Learning Exchange.  
[http://www.clexchange.org/cleproducts/shapeofchange\\_lessons.asp](http://www.clexchange.org/cleproducts/shapeofchange_lessons.asp)

3. Sampaio, Fábio F. **WlinkIt: Ferramenta de Modelagem Computacional para Educação**, UFRJ.  
<http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit/>
4. Santos, Arion K. **ModelCiências: Modelagem Computacional Semiquantitativa e Quantitativa na Educação em Ciências**.  
<http://www.modelciencias.furg.br/>
5. Santos, Arion K.; Sampaio, Fábio F.; Ferracioli, Laércio (2001) **An Experiment Using the Hexagon Technique with Semiquantitative Computer Modelling**. 19th International Conference of the System Dynamics Society, Atlanta.  
[https://www.systemdynamics.org/assets/conferences/2001/papers/Kurtz\\_1.pdf](https://www.systemdynamics.org/assets/conferences/2001/papers/Kurtz_1.pdf)
6. Scott Fortmann-Roe. (2014) **Insight Maker: A general-purpose tool for web-based modeling & simulation**.  
<https://doi.org/10.1016/j.simpat.2014.03.013>
7. Villela, Paulo R. C. (2008) **Ciência Viva**, UFJF.  
<http://www.ufjf.br/cienciaviva/>

## Links

1. Ciência Viva - <http://www.ufjf.br/cienciaviva/>
2. Creative Learning Exchange (CLE) - <http://www.clexchange.org/>
3. Insight Maker - <https://insightmaker.com/>
4. ModelCiências - <http://www.modelciencias.furg.br/>
5. WLinkIt - <http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit/>

## Créditos

Este artigo foi escrito a partir de trabalho desenvolvido no projeto Ciência Viva sob coordenação do professor Paulo R. C. Villela, com apoio dos bolsistas Débora Costa Soares dos Reis, Diego Fillippe Costa, Emerson Gonçalves da Costa, Fernanda Thomaz Rabelo, Flávia Rodrigues do Nascimento, Guilherme Scoralick Villela, e Marcela Aparecida Pereira Calixto.