

# Stephen e Conrad Wolfram: uma trajetória de contribuições para a Tecnologia e a Matemática

Magnus Cesar Ody  
Faculdades Integradas de Taquara - FACCAT  
magnus.ody@acad.pucrs.br

Lori Viali  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS  
viali@pucrs.br

## Resumo:

O artigo apresenta uma análise das contribuições dadas pelos irmãos Stephen Wolfram e Conrad Wolfram para os campos da Tecnologia e da Matemática. O objetivo é apresentar suas principais realizações nas pesquisas em tecnologia e apontar as relações com a Matemática e o seu ensino. Os dados foram coletados das informações disponíveis nos endereços wolfram.com, wolframalpha.com, computerbasedmath.org e conradwolfram.com. Identifica-se que juntamente em oferecer produtos e serviços de ponta para a computação, a pesquisa e o desenvolvimento científico em diferentes áreas, há a atenção para a matemática, tanto no seu ensino quanto na aprendizagem. Acreditam no ensino de matemática voltado para o uso do computador apoiando-se em metodologias adequadas que priorizem a resolução de problemas, a conceitualização e a reflexão.

**Palavras-chave:** Uso do computador. Ensino de Matemática. Inovação. Pesquisa. Wolfram.

## 1. Introdução

Pesquisas voltadas ao uso da tecnologia são relevantes, especialmente aquelas em prol da ciência da sociedade. Na maioria das vezes a tecnologia, quando criada, adapta-se naturalmente aos seus objetivos. Por exemplo, na medicina, quando um novo aparelho cirúrgico é criado, após testes, é inserido na prática hospitalar; ao lançar um novo modelo de celular, imediatamente os adeptos fazem uso. No caso do computador igualmente ocorre em todas as áreas.

Mas o problema não é especialmente o computador enquanto máquina, mas seu efetivo uso, que nesse caso ainda é um problema para a educação (ODY, 2013) pela lacuna com relação ao uso efetivo na sociedade atual e especialmente na solução de problemas e sua utilização no contexto escolar e acadêmico.

A Tecnologia e a Matemática resumem parte relevante das atividades desenvolvidas pelos Irmãos Stephen e Conrad Wolfram. A inovação e o espírito criativo fazem parte de suas trajetórias. Atualmente ambos são responsáveis pelo *Wolfram Research*, centro de pesquisas criado em 1987 com sedes em Illinois, Oxfordshire, Tóquio, Cambridge (MA) e Paris. Stephen é conhecido pelos Autômatos Celulares, pelos sistemas algébricos computacionais (SAC), sendo o mais lembrado o programa educacional Mathamática e pelo projeto Wolfram

Alpha. Conrad por defender o uso do computador para ensinar matemática (computerbasedmath) e propor uma nova abordagem conceitual e metodológica.

Nesse sentido, o artigo propõe discutir as contribuições dadas por Stephen Wolfram e Conrad Wolfram no campo da tecnologia da informação e da Matemática. Contudo, pretende-se analisá-las sob a ótica da educação e das ciências pelo fato dos irmãos terem atividades voltadas para diferentes áreas, mesmo o foco sendo a Matemática.

Procura-se responder a seguinte pergunta: Quais contribuições de Stephen Wolfram e Conrad Wolfram são percebidas no campo da Tecnologia e da Matemática? Para isso o estudo possui abordagem qualitativa (DENZIN E LINCOLN, 2006) pela flexibilidade de analisar e compreender fenômenos sociais e humanos por meio da interpretação e da descrição de dados e eventos em que por vezes o pesquisador interage com o objeto de estudo. Os dados foram coletados das produções dos sujeitos da pesquisa e informações encontradas nos sítios<sup>i</sup> disponíveis.

## **2. Stephen Wolfram**

Stephen Wolfram nasceu em Londres, Inglaterra, em 29 de agosto de 1959 (atualmente com 56 anos). Possui formação pelas universidades de Eton, Oxford e Caltech. Atua nas áreas da Matemática, Física (formação inicial) e Computação. O Doutorado, aos 20 anos, foi em Física Teórica pela Caltech, onde aos 21 anos passou a integrar o grupo docente (WOLFRAM, 2015).

A Caltech é um Instituto de Tecnologia da Califórnia (California Institute of Technology) localizado na cidade Pasadena no estado da Califórnia, EUA. É considerada uma das melhores universidades do mundo onde atuam diversos condecorados com prêmios Nobel de inúmeras áreas. Dentre seus notáveis alunos podemos citar: Linus Pauling, Stanislav Konstantinovich Smirnov, Ronald W. Davis, William Alfred Fowler, Gregory Chamitoff, John McCarthy, etc. Desde sua fundação em 1891, tem atuado na formação profissional de seus alunos. Atualmente é referência mundial em pesquisas científicas com ênfase nas ciências naturais e na engenharia. Administra o laboratório de propulsão à jato (JPL) da NASA, o principal centro americano de exploração robótica. Dentre os objetivos do JPL está na contribuição das pesquisas sobre a origem do sistema solar, da própria atmosfera terrestre e missões com naves espaciais

Três grandes projetos fazem parte da vida de Stephen Wolfram: o primeiro diz respeito ao Programa Computacional *Mathematica*, desenvolvido na década de 1980 com a finalidade de computar e resolver problemas nas mais diversas áreas do conhecimento. O

segundo trata da escrita do livro *A New Kind of Science* fruto de suas pesquisas sobre autômatos celulares que, em suma, Stephen justifica pela frase [...] a natureza usa regras simples para gerar a complexa realidade do mundo e todas podem ser computáveis (WOLFRAM, 2002).

Originalmente os autômatos celulares foram estudados no final da década de 40 do século passado pelo matemático húngaro John Von Neumann e o matemático polaco Stanislaw Ulam, período em que o mundo da ciência computacional vivenciou fértil desenvolvimento de novas tecnologias. Consistiu em estudar técnicas computacionais a serem usadas para estabelecer modelos matemáticos que possam representar processos de crescimento e auto reprodução, Von Neumann (1966), Toffoli e Margulos (1987), Pascoal (2005).

Um sistema com muitos elementos idênticos que interagem local e deterministicamente podem ser modelados usando autômatos celulares. De acordo com Melotti (2009, p. 7, grifo nosso),

A ideia de autômatos celulares surgiu quando Stanislaw Ulam trabalhava no Laboratório Nacional de Los Alamos (Los Alamos, Novo México) estudou o crescimento de cristais, usando a mais simples rede (matriz) como seu modelo. Na mesma época Neumann trabalhava tendo como foco a auto reprodução. A ideia inicial era a capacidade de uma máquina se auto reproduzir e as cópias se auto reproduzirem, ou seja, cópias idênticas à máquina inicial. Ulam sugeriu que Von Neumann desenvolvesse o projeto dele em torno de uma abstração matemática, da mesma forma como Ulam usou para estudar o crescimento de cristais. Assim, nasceu o primeiro sistema de autômato celular de duas dimensões: a implementação de um algoritmo com a ideia de auto reprodução.

De acordo com Gardner (1970) e Dewdney (1989) na década de 60 do século passado os autômatos celulares tiveram uma maior divulgação por meio do matemático Conway quando desenvolveu o jogo da vida<sup>ii</sup>.

De acordo com Pascoal (2005),

Automata Celulares (AC) são sistemas dinâmicos discretos, sendo frequentemente descritos como contrapartes às equações diferenciais parciais que apresentam a potencialidade para descrever sistemas dinâmicos contínuos. O significado de discreto é que as variáveis de estado mantêm-se inalteradas ao longo de intervalos de tempo, e mudam seus valores somente em momentos bem definidos conhecidos como passo ou tempo de ocorrência de evento. (p. 11)

A ideia é procurar mostrar que a simulação de sistemas complexos ocorre por regras e interações celulares simples. Bar-Yam (1997) descreve que os Autômatos Celulares representam um dos modelos matemáticos capazes de representar sistemas e fenômenos que formam uma classe geral de modelos de sistemas dinâmicos, que são simples e ainda



(SAC) com a finalidade de facilitar cálculos matemáticos que podem servir de suporte em diversas áreas e de diferentes modos.

[...] uma força de primeira grandeza no mundo da tecnologia e da educação, com milhões de dedicados usuários ao redor do mundo. Construído sobre a nossa base tecnológica global, o Mathematica representa uma combinação única de fundamentais descobertas de pesquisa, excepcional design orientado ao usuário e engenharia de software de ponta. É sabido que o desenvolvimento da computação tem sido um tema recorrente nos últimos cinquenta anos. O nosso objetivo é prover ferramentas para que a computação realize todo o seu potencial nas próximas décadas: para tornar possível o processamento de tudo que puder ser computado, onde e quando for necessário, e para tornar acessíveis as máximas fronteiras do universo computacional. (WOLFRAM, 2015<sup>iii</sup>)

Um SAC possui características específicas tais como precisão aritmética; simplificar expressões algébricas; diferenciar e integrar funções; resolver equações; facilidades gráficas; subsistema de álgebra linear que permite cálculo de raízes e resolver sistemas de equações lineares além de uma linguagem de programação de alto nível. Além do Mathematica, existem outros programas conhecidos como o Maple, Matlab, Maxima e o MathCAD (desenvolvidos a partir da década de 1980); Formac, Macsyma, uma versão anterior do Maxima, o Reduce e o ScratchPad (1960 -1970).

Segundo Wolfram (2015) o *Mathematica* conta com o que há de mais avançado em computação técnica com um ambiente computacional disponível para milhões de estudantes, educadores, inovadores e pesquisadores. Os preços<sup>iv</sup> variam em três diferentes categorias: para indústrias; para a administração pública e para a educação.

### Imagem 2 – Interface inicial do Wolfram Mat 1



Fonte – [www.wolfram.com/mathematica](http://www.wolfram.com/mathematica)

Contém diversas bibliotecas de programação e como citamos anteriormente, pode ser utilizado por diversas áreas: Matemática, Física, Estatística, Engenharia, Biologia, Química, processamento de Imagens, Finanças, etc. No Brasil, algumas empresas fazem uso do programa, dentre elas: Petrobrás, Santander, Furnas, Transpetro, Embraer e Inpe. Roda em diferentes sistemas operacionais e é projetado para se conectar a tudo: formatos de arquivo

(mais de 180), outras linguagens, APIs, bases de dados, programas, dispositivos da Internet das Coisas (Internet-of-Things) e até mesmo instâncias distribuídas de si mesmo. (WOLFRAM, 2015).

No quadro a seguir apresentamos uma lista de recursos disponíveis pelo *Mathematica*:

**Quadro 1 – Recursos do Mathematica**

Biblioteca de funções matemáticas básicas e especiais.	Ferramentas para problemas combinatórios.
Ferramentas de manipulação de matrizes e dados incluindo suporte a matrizes esparsas.	Ferramentas para prospecção de textos incluindo análise de expressões regulares e análises semânticas.
Suporte a números complexos, precisão arbitrária, aritmética de intervalos e computação simbólica.	Biblioteca de funções de teoria dos números.
Visualização de funções e dados em 2D e 3D, e ferramentas de animação.	Ferramentas para cálculos financeiros.
Ferramentas numéricas e simbólicas para cálculo contínuo e discreto.	Transformadas integrais contínuas e discretas.
Bibliotecas multivariadas de estatística incluindo ajuste, teste de hipóteses, e cálculos de probabilidade e expectativa em mais de 100 distribuições.	Filtros de importação e exportação de dados, imagens, vídeos, sons, CAD, GIS, documentos e formatos biomédicos.
Otimização local e global, restrita e irrestrita.	Coleção de base de dados para acesso a dados e computações do Wolfram Alpha em áreas como matemática, científica, e informações socioeconômicas.
Linguagem de programação que suporta construções procedurais, funcionais e orientadas a objetos. Kit de ferramentas para adicionar interfaces de usuário a cálculos e aplicações	Processamento de palavras técnicas como edição de fórmulas e auto geração de relatórios.
Ferramentas para processamento de imagens e processamento de imagens morfológico incluindo reconhecimento de imagens.	Ferramentas para visualizar e analisar grafos.

Fonte – a pesquisa

A *Wolfram Alpha* é outro projeto que tem dado bons resultados para a *Wolfram Research* ao inovar enquanto mecanismo de busca. Trata-se de um processador de conhecimento computacional cujo objetivo é oferecer um serviço *online* para dar respostas a perguntas específicas em uma base de dados estruturados. A justificativa dada pelos Wolfram é que muitos mecanismos de busca tradicionais retornam os resultados de forma parcial, limitando-se a fornecer uma lista de documentos ou páginas da web e não em dar respostas a perguntas específicas.

Em 2009, com base no que é hoje a Linguagem Wolfram, lançamos o *Wolfram Alpha* tornando pela primeira vez o conhecimento computacional em grande escala uma realidade prática e introduzindo uma série de novos e inesperados rumos no mundo da tecnologia. Utilizado por milhões de pessoas todos os dias na internet, através de aplicativos móveis e assistentes inteligentes, ou ainda em desenvolvimento corporativo, o *Wolfram Alpha* constitui um dos projetos de software mais complexos e ambiciosos de todos os tempos, e uma conquista intelectual e tecnológica de primeira ordem. (WOLFRAM, 2015)

Na sua página inicial é possível digitar dúvidas ou perguntas específicas de qualquer assunto. Nas imagens que seguem temos primeiro a interface inicial do site e na sequência os temas de interesse para possível busca. Dentre as características apresentadas podem ser destacadas: as respostas são precisas e definidas pela capacidade de compreender as perguntas; os dados são previamente processados o que pode limitar a quantidade de informações disponíveis; é possível consultar as referências utilizadas para a obtenção dos resultados; fazer o requerimento por e-mail da fonte utilizada de determinado dado nas pesquisas, uma vez que a bibliografia apresentada pelo site não faz esta separação.

**Imagem 3 – Recursos do Wolfram Alpha**



Fonte – [www.wolframalpha.com](http://www.wolframalpha.com)

### 3. Conrad Wolfram

Conrad Wolfram é o irmão mais novo, nasceu em Oxford, Inglaterra no dia 10 de junho de 1970. Foi educado na Dragon School, no Eton College e no Pembroke College (Cambridge). O mestrado foi em Ciências Naturais e Matemática sendo esta a grande área de pesquisa associada à tecnologia da informação em que defende o uso do computador para ensinar e aprender matemática.

Conrad propõe uma reflexão sobre os modos atuais de ensinar e aprender matemática acrescentando que o ensino de matemática convencional precisa mudar porque a matemática da vida real é diferente. Para Wolfram (2015) na vida que levamos fora da escola não realizamos tantos cálculos e representações gráficas manuais, pelo contrário, observa-se pouco no ambiente escolar a resolução de problemas e o uso da tecnologia.

Para Wolfram (2015), realizar cálculos é necessário, porém o que não pode acontecer é formalizar o ensino de matemática somente com determinadas metodologias, inclusive aquelas que fazem uso somente da tecnologia da informação. Para ele, a presença do computador na escola não representa necessariamente inovação metodológica.

Wolfram (2015) sugere um currículo de Matemática valorizando a computação e adotando uma educação pela matemática, com mais ênfase na resolução de problemas, na conceitualização de elementos do cotidiano que podem ser explicados pela ciência dentro e fora da sala de aula. Adaptam-se as aulas com foco no cálculo<sup>1</sup> utilizando mais tempo para as discussões, interpretações, modelações e considerações sobre problemas a serem resolvidos.

#### **Imagem 4 – Interface do site Conrad Wolfram**



Fonte - [www.conradwolfram.com](http://www.conradwolfram.com)

Em seu blog, Conrad mantém atualizada sua agenda, divulga eventos e palestras, e parte de suas postagens sobre diversos assuntos voltados à sua área. Em uma de suas postagens (set/2015) cujo título é *Computadores na Educação: grandes máquinas, resultados errados*, Conrad faz uma crítica aos relatórios da OCDE publicando que o uso dos computadores na educação não melhorou os resultados do PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes realizado em mais de 60 países no mundo todo) e o fato de que em muitos países com disposição tecnológica tiveram fraco desempenho. Conrad justifica que o computador tem sido utilizado com uma finalidade errada, ou seja, “pedagogia automatizada não muda o conteúdo ensinado” (WOLFRAM, 2015).

Conrad Wolfram acredita no uso da tecnologia como forma de aproximar a matemática escolar da matemática do cotidiano. Sugere uma reflexão sobre os modos de ensinar e aprender matemática, inclusive com mudança curricular. Propõe uma adaptação curricular de matemática centrada nos seguintes eixos:

- Ciência dos dados (inserção e ampliação da estatística e da probabilidade)
- Geometrias (todas as geometrias, incluindo o estudo dos Fractais)
- Modelagem (técnicas para a boa aplicação da matemática para problemas do mundo real);
- Arquitetura da Matemática (compreender a coerência da matemática que constrói o seu poder, intimamente relacionada com a codificação).

---

<sup>1</sup> Muitas pessoas associam o ensino da matemática ao cálculo como se a relação matemática = cálculo fosse verdadeira e única. Ocorre que historicamente constituiu-se o aluno bom em matemática aquele que tivesse a capacidade de realizar cálculos. O que difere do contexto atual, em que as pessoas são reconhecidas pelas habilidades, capacidade de formular ideias e interpretar informações e resultados expressos em diferentes linguagens de modo correto.

#### 4. Considerações Finais

São diversas as contribuições dadas pelos irmãos Stephen e Conrad Wolfram para o mundo da tecnologia da informação. O fato é de que o centro de pesquisa Wolfram Research atua de forma intensa no mercado internacional e cada um deles, com seus aspectos profissionais apresentam características comuns. A primeira delas é a prioridade em oferecer produtos e serviços de ponta para a computação, a pesquisa e o desenvolvimento científico em diferentes áreas; outra traduz a inovação com mecanismos de busca com a *Wolfram Alpha*. O sistema algébrico computacional *Mathematica* com mais de 25 anos no mercado mostra competência e dinamicidade para durante todo esse tempo fazer tanto sucesso em empresas, setores públicos e na área educacional.

Acreditamos que as contribuições deixadas por eles dizem respeito à preocupação com o desenvolvimento do conhecimento nas diversas áreas. De modo especial à Matemática ao proporem novas formas de organização curricular; o ensino e aprendizagem com o uso do computador no ambiente escolar; uma reflexão sobre a relação da matemática da vida e a matemática da escola, tomando a educação matemática como ponta do *iceberg*; sugerem a modelagem e a resolução de problemas como formas de aproximar os conceitos matemáticos da realidade.

Conrad Wolfram, acredita que se deve associar tecnologia (computador), resolução de problemas, modelagem e conteúdos matemáticos com metodologias educacionais voltadas para o diálogo, para a interpretação, a conceitualização, a comunicação e por fim a construção do conhecimento pelo aluno e pelo professor. Oportunizar mais tempo para essas questões, que estão diretamente relacionadas à pesquisa do que necessariamente limitar o ensino da matemática ao cálculo, apoiado em concepções, crenças e atitudes ultrapassadas/desatualizadas.

Por outro lado, Stephen e Conrad mostram pelas suas iniciativas que é importante investir em conhecimento e tecnologia e indubitavelmente os resultados estão apoiados em pesquisas anteriores. Os autômatos celulares são um exemplo disso, utilizados em diversas áreas da ciência, mostrando que sistemas complexos podem ser modelados a estar cada vez mais a serviço da ciência. Adamatzky (1994) mostra inúmeros exemplos em que os autômatos celulares são referência em aplicações na natureza, estudos de turbulência química, aplicações para solucionar problemas de Poisson e Boltzmann, estimar áreas de serviços para subestações de energia elétrica, para o processamento de imagem, modelos de propagação de incêndio em florestas, simular ondas mecânicas, entre outras.

## 5. Referências

- ADAMATZKY, A. *Identification of Cellular Automata*. Taylor & Francis Ltd. 1. ed., 1994.
- BAR-YAM, Y. *Dynamics of Complex Systems*. Addison-Wesley. 1a edition, 1997.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- DEWDNEY, A., K. A Cellular Universe of Debris, Droplets, Defects and Demons. *Scientific American*, v. 261. n. 2, 1989, p. 102- 05.
- GARDNER, M. The Fantastic Combinations of John Conway's New Solitaire Game of "Life", *Scientific American*, v. 223. n. 4, 1970, p. 120-23.
- MELOTTI, G. *Aplicação de Autômatos Celulares em Sistemas Complexos: Um Estudo de Caso em Espalhamento de Epidemias*. Dissertação de Mestrado.UFMG: Minas Gerais, 2009.
- NEUMANN, J. Von. In: BURKS A.W. (Ed.). *Theory of Self-Reproducing automata*. Urbana: University of Illinois Press, 1966.
- ODY, M. C. *Literacia Estatística e Probabilística no Ensino Médio*. Dissertação (Dissertação de Mestrado). PUCRS: Porto Alegre, 2013.
- PASCOAL, F. S. A. *Sociedade artificial fight4life: Autômato celular modelando vida artificial*. Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica-PIBIC/CNPq/INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005.
- TOFFOLI T.; MARGOLUS, N. *Cellular Automata Machines: A New Environment for Modeling*, The MIT Press, Cambridge, Massachussetts, 1987.
- WOLFRAM, S. Cellular Automata and Complexity. *Collected Papers*. MA Reading: Addison Wesley, 1994.
- WOLFRAM. *Computation Meets Knowledge*. Disponível em: <[www.wolfram.com](http://www.wolfram.com)>. Acesso em: dez. 2015.
- WOLFRAM, C. *We need to base maths lessons on computers*. The Daily Teleraph, 2009.
- WOLFRAM, C. *Closing the gap between modern life and the math curriculum*. New York Times, 2013.
- WOLFRAM, C. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Conrad\\_Wolfram](https://en.wikipedia.org/wiki/Conrad_Wolfram)>. Acesso em: out. 2015.
- WOLFRAM, S. *A new kind of science*. Champaign: National Council of Teachers of English, 1966. ISBN: 1579550088
- WOLFRAM, S. *Mathematica: A system for doing mathematics by computer*. Addison-Wesley, 1991. In: *Advances in Engineering Software*, v. 14, n. 4, p. 306, 1992.
- WOLFRAM, S. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen\\_Wolfram](https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_Wolfram)>. Acesso em: 21 out. 2015.
- WOLFRAM, S. *A New Kind of Science*. Wolfram Media, Inc, 2002.

WOLFRAM, S. *The future of computation*. The Mathematical Journal. v. 10, n. 2. p. 329–62, 2006.

---

<sup>i</sup> Os sítios estão listados na sequência e foram acessados no mês de novembro de 2015. Seguem: [www.wolfram.com/](http://www.wolfram.com/), [www.wolframalpha.com/](http://www.wolframalpha.com/), [www.computerbasedmath.org/](http://www.computerbasedmath.org/), [www.conradwolfram.com/](http://www.conradwolfram.com/).

<sup>ii</sup> Por tratar-se de um documento eletrônico não possui paginação. Disponível em:<[www.wolfram.com](http://www.wolfram.com)>.

<sup>iii</sup> Jogo da vida foi um autômato celular desenvolvido pelo matemático britânico John Horton Conway, um dos mais conhecidos. O jogo foi criado para reproduzir, por meio de regras simples, as alterações e mudanças em grupos de seres vivos.

<sup>iv</sup> Os preços podem ser acessados pelo endereço <[www.wolfram.com/mathematica/pricing/](http://www.wolfram.com/mathematica/pricing/)>.