

**SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO E EDUCAÇÃO:  
CONTRIBUIÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E PEDAGÓGICAS DA MÁQUINA DE TURING,  
FRACTAIS E DOS AUTÔMATOS CELULARES**

**Cristiane Neves de Oliveira**

cris-noliveira@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/7951933577020628>

**Ludmilla Monfort Oliveira Sousa**

millamonfort@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/6490335675679703>

**Tiago Santos Sampaio**

tssampaio1@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/7741730703112906>

## RESUMO

O objetivo deste estudo qualitativo é apresentar uma discussão teórico-experimental sobre sistemas de representação do conhecimento (SRC) a partir de atividades desenvolvidas em uma disciplina do curso de doutorado em difusão do conhecimento. Os SRC são modelos formais e/ou informais de criação, organização, gestão e difusão do conhecimento baseados em fundamentos da Lógica e da Matemática. A abordagem metodológica utilizada se baseou na revisão teórica de partes relevantes na construção do conhecimento, abordando temas como autômatos celulares, fractais e máquinas abstratas de Turing e Post, entre outros e na utilização de elementos do *Problem Based Learning* (PBL), o qual parte de um problema como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento. O problema proposto consistiu em programar, na máquina de Turing, o padrão produzido por um autômato celular que se aproximasse do padrão da concha da espécie *connus textile*. As atividades proporcionaram aos discentes, que são de áreas diversas, o conhecimento de abordagens matemáticas e de linguagens computacionais ancoradas em outros paradigmas que não aqueles da ciência clássica e da lógica formal e a relação desses com tradições filosóficas, bem como evidenciaram contribuições às formações individuais, decorrentes de processos coletivos de construção multirreferencial do conhecimento, indicando ganhos com relação ao processo formativo, advindos da utilização dos elementos do PBL.

**Palavras-chave:** representação do conhecimento; PBL; educação; máquinas abstratas; autômatos celulares; fractais.

## 1. INTRODUÇÃO

O tema Sistemas de Representação do Conhecimento, doravante SRC, é parte relevante do campo teórico-conceitual da gestão e difusão do conhecimento. Aqui circunscrito a um componente curricular do Doutorado Multi-institucional em Difusão do Conhecimento. A SRC dedica-se ao estudo e realização dos processos de análise e

representação epistemológica, a partir de modelos formais e/ou informais de criação, organização, gestão e difusão do conhecimento baseados em fundamentos da Lógica e da Matemática. A partir daí, este artigo, resultante dos processos de aprendizagem decorridos neste componente, descreve e reflete sobre o desenvolvimento das atividades realizadas com a utilização de elementos do *Problem Based Learning* (PBL), que parte de um problema como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento.

Com origem no curso de Medicina da Universidade McMaster no Canadá, nos anos 1960, o PBL é um método de ensino que tem como característica principal a utilização de problemas para iniciar e motivar a aprendizagem de conceitos e promover habilidades e atitudes necessárias à sua solução, diferentemente dos métodos convencionais que colocam um problema de aplicação ao final da apresentação de um conteúdo (RIBEIRO E MIZUKAMI, 2004).

Barrows (1996) apud Ribeiro e Mizukami (2004) salienta que o objetivo desse método não se reduz somente a solução de problemas, mas à aquisição de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas da vida real, bem como à promoção de habilidades de trabalho em grupo, a aprendizagem autônoma e atitudes como cooperação, respeito pela opinião de outro, dentre outras.

Dessa forma, a abordagem metodológica utilizada se baseia na revisão teórica e conceitual de partes relevantes na construção do conhecimento e, *pari passu*, lança mão de recursos da sistematização de experiências para balizar a descrição de atividades e destacar suas principais contribuições para os processos formativos. Essa escolha tem pertinência na medida em que favorece o intercâmbio de experiências, para melhor compreensão sobre a execução das atividades realizadas e para adquirir conhecimentos teóricos advindos da prática e vice-versa.

Assim sendo, as impressões e percursos pessoais, como as lacunas nos processos formativos são também importantes como admissibilidade da dinâmica fluída e complexa dos processos de geração de conhecimento. Segundo Santos (S/D), a sistematização de experiências insere-se numa forma de comunicabilidade que engendra novos conhecimentos uma vez que o compartilhamento de informações, saberes e práticas entre

peçoas, grupos e instituições podem influenciar processos formativos e de tomadas de decisão.

Tendo em vista o conteúdo a ser trabalhado no componente, o problema inicialmente proposto consistiu em programar, na máquina de Turing, o padrão produzido por um autômato celular que se aproximasse do padrão da concha da espécie *connus textile*. Para cumprimento desta tarefa se fez necessário à apropriação do aporte teórico referente aos autômatos celulares e fractais, bem como, ao contexto histórico e epistemológico de implementação das máquinas abstratas de Turing e Post. Buscou-se, ainda, compreender as questões pedagógicas relacionadas ao uso desses dispositivos no ensino da Lógica, Matemática e Informática.

Considerando os aspectos supramencionados, esse artigo foi dividido em quatro seções, incluindo a introdução. Na segunda seção apresenta-se, brevemente, a contextualização histórica das máquinas abstratas e a discussão dos seus aspectos epistemológicos; na sequência, são trazidas as atividades práticas realizadas para programação; enquanto aporte teórico que subsidiou o percurso formativo, na seção quatro reflete-se sobre algumas contribuições desta trajetória e da discussão realizada para o campo da educação, seguido das considerações finais.

## **2 MÁQUINAS ABSTRATAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS**

A primeira etapa do problema consistiu em uma série de reuniões, presenciais ou não, para compreender e discutir, a partir do estudo de referências pesquisadas, sobre máquinas abstratas, que foi organizada na forma de uma apresentação realizada em sala. Todos os resultados e materiais foram postados em um blog como forma de organizar as informações coletadas e disponibilizá-las no ambiente virtual.

Na obra “Computadores de Papel: máquinas abstratas para um ensino concreto”, Tenório (2003) escolhe uma abordagem contextual para discutir a natureza e os avanços representados pelas máquinas abstratas como a de Turing e a de Post. Isto porque, segundo o autor, para pensar as diversas implicações destes dispositivos é preciso pensar histórica e epistemologicamente, inclusive na esteira da produção do pensamento filosófico

ocidental e suas formas de representar a realidade. Deste modo, alguns destes aspectos serão aqui destacados.

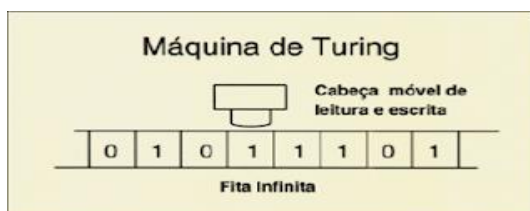
Do ponto de vista social e econômico, a criação e consolidação de tecnologias por volta do século XVI, premissas embrionárias para o aparecimento das máquinas abstratas, foram preponderantes para definir diversos aspectos que interligaram ciência e técnica, como fatores de desenvolvimento. Isto pôde ser observado no fortalecimento das grandes navegações; no mercantilismo, que marcou a passagem do feudalismo para o capitalismo; e, no amadurecimento da ciência e da filosofia moderna. Do ponto de vista econômico, as tecnologias favoreceram a administração científica, como campo disciplinar, e com esta a especialização e automatização do trabalho, portanto, com formas de medição e controle.

Já do ponto de vista filosófico, a ciência moderna tentou explicar, desde esse período, a realidade sob o prisma do empirismo, com pensadores como Locke e Bacon; do racionalismo, tendo em Descartes seu maior expoente, e do formalismo kantiano, que, por meio da abdução, sintetiza a indução empirista e a dedução racionalista como forma de ler o mundo. Essas tradições de pensamento, associadas ao pensamento matemático euclidiano e à lógica aristotélica clássica, marcaram o ocidente com a pretensão de redução da matemática à lógica, segundo princípios como a previsibilidade, com a manutenção de métodos que expressam teorias formais, consistentes e concretas. Havia desta forma, a concepção de uma “verdade” a ser, heurísticamente, descoberta, desde que houvesse precisão lógica e controle de métodos.

É a partir do século XX, com o desenvolvimento da física quântica e relativista, logo, com o questionamento de diversos axiomas referentes às formas de ler, compreender e representar as realidades existentes, que alguns paradigmas da física e da filosofia moderna são abalados. Logo, ganha corpo, por exemplo, a coexistência do princípio do terceiro excluído, o que agrega à lógica clássica outras modalidades de lógica como formas de exprimir realidades complexas, variáveis e dinâmicas. Paralelamente, o tempo e o espaço como unidades de medição de propriedades dos corpos também passam por revisão, inaugurando outras formas de pensar os fenômenos, que passam a ser lidos, também pelo amadurecimento de outros campos da ciência como as sociais. Assim, o estatuto da “verdade” se desloca para dar lugar ao conceito de “demonstrabilidade” o que

requer um método pelo qual as sentenças matemáticas demonstráveis podem ser evidenciadas por um conjunto de axiomas lógicos. Estes, uma vez replicáveis, pressupõe a noção de algoritmos, base para o desenvolvimento das máquinas abstratas como a de Turing.

Essa máquina, construída por Alan Turing em 1936, é composta por uma fita infinita onde estão gravados caracteres e por uma cabeça móvel de leitura e escrita. Um programa para uma máquina de Turing é uma lista de estados para a cabeça móvel. Os caracteres inscritos na fita são as condições iniciais do programa. O resultado do programa é a sequência de caracteres inscritos na fita quando a cabeça móvel para. O conjunto possível de estados que a cabeça móvel de leitura pode tomar representa o programa ou algoritmo; o estado final ou resultado do programa é atingido quando a cabeça de leitura para, ficando registado na fita o resultado do cálculo. Com uma máquina de Turing é possível construir uma máquina de Turing universal capaz de calcular todos os algoritmos jamais inventados. É a esta construção que se designa como um modelo teórico para a computação (DILÃO,1993).



Máquina de Turing  
Fonte: Dilão (1993)

No caso dos Autômatos Celulares, segundo Pádua e Vieira (2004), esses apresentam características e propriedades da computação universal, a prova disso é que os Autômatos Celulares são capazes de simular passo a passo a Máquina de Turing. A fita da Máquina de Turing representa cada célula do Autômato Celular. Sendo a fita infinita e dividida em duas partes: a da direita e da esquerda. A parte da direita armazena o símbolo da célula correspondente na fita e a da esquerda indica se o cabeçote está lendo a célula correspondente.

Igualmente relevante como sistema de representação do conhecimento inscrito no novo paradigma científico em evolução a partir do século XX, é o conceito de autômatos celulares. Estes podem ser definidos como sistemas evolutivos baseado em regras simples.

O conceito foi desenvolvido inicialmente pelos matemáticos Stan Ulam e John von Neumann na década de 1940 e foi aplicado por John Conway em 1960 no seu famoso “Jogo da Vida” (BERLEKAMP; CONWAY; GUY, 2004 *apud* FURTADO; DELDEN, 2010). O objetivo era simular comportamentos evolutivos, sistemas que através de interações e regras simples evoluem e geram comportamentos complexos. Os estudos sobre Autômatos Celulares despertaram grande interesse devido à capacidade de simular comportamentos auto-organizados complexos que são observados em sistemas naturais. (GREMONINI; VICENTINI, 2008).

Outro importante estudioso para compreensão de autômato celular é Stephen Wolfram, que estudou, sistematicamente, a mecânica estatística do funcionamento dos autômatos celulares e a formação de padrões particularmente similares. Em 2002, publicou o livro “A New Kind of Science” onde foi possível uma nova abordagem de autônomo celular baseados na exploração de diversos algoritmos.

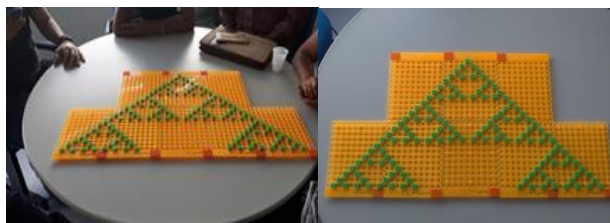
Em termos gerais, estas formas de representar cientificamente o conhecimento são fundados de acordo com bases epistêmicas que expressam outros princípios não valorizados pela física clássica e pela filosofia moderna. Destarte, de acordo com Tenório (2003), passa-se a expor as limitações do formalismo lógico e axiomático com a abertura da “contradição” como categoria científica; a complexidade e a teoria do caos evidenciam a sistematicidade, a autorrecursividade e a adaptação como elementos a serem considerados ao lado de aspectos clássicos da lógica; os métodos matemáticos são redefinidos com a ascensão dos conceitos de aleatoriedade e imprevisibilidade; e a geometria fractal atualiza novos recursos de mensuração e análise de formas, como as da natureza, por exemplo, segundo conceitos como a autosimilaridade, logo as íntimas relações entre a parte o todo, não consideradas anteriormente pela geometria euclidiana.

### **3. ATIVIDADES PRÁTICAS PARA PROGRAMAÇÃO**

Consoante à metodologia do PBL, o docente destacou, tendo em vista o encontro de discentes de áreas do conhecimento distintas entre si, que o êxito desta trajetória estava marcado pela qualidade formativa do processo, o que poderia incluir, ou não a resolução total do problema proposto. Nesse sentido, os elementos do PBL utilizados ratificaram o

próprio legado que as máquinas abstratas deixam para o campo da educação, justamente por considerar, dentre outros aspectos, a abertura, a flexibilidade, o inacabamento e a pluralidade dos percursos formativos.

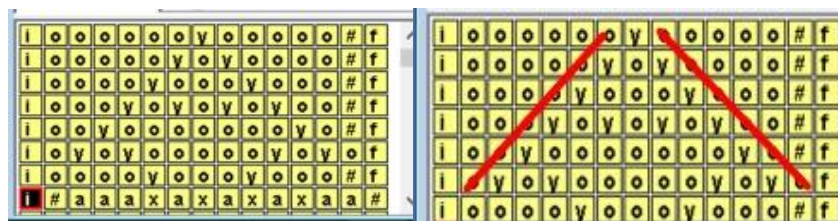
No percurso foi realizada a atividade de reprodução das regras para formação do Triângulo de Sierpinski, para a introdução do assunto fractais. Esta atividade foi particularmente interessante por também permitir o entendimento de código binário e funcionamento básico da linguagem computacional a partir do conceito de computação desplugada. Esta atividade, que serviu para a compreensão de princípios como recursividade e sistematicidade, foi fundamental como premissa para a consecução do objetivo final, qual seja a experimentação das regras 30 e 90 dos autômatos celulares e a tentativa de encontrar formas de montar o padrão da concha *connus textile* por meio da máquina de Turing.



Exercício de criação do Triângulo de Sierpinski  
Fonte: autores (2019)

Essas atividades permitiram o contato inicial com outra abordagem do pensamento matemático, que é diferente da sua acepção euclidiana e que prima pela exatidão como valor preponderante. Também, por representarem uma novidade e apresentarem aos discentes outra forma de complexidade, não foi possível resolver o desafio proposto. No entanto, as tentativas realizadas com o objetivo de emular o padrão da concha na Máquina de Turing, legaram ao processo de aprendizagem a compreensão de diversos princípios como a noção das relações influenciadas por critérios de vizinhanças entre células para definir padrões; a linguagem matemática definida por protocolos cujas soluções podem ser replicadas, esclarecendo o conceito de algoritmo; a demarcação de limites na Máquina de Turing para definir finitudes e infinitudes, dentre outros.



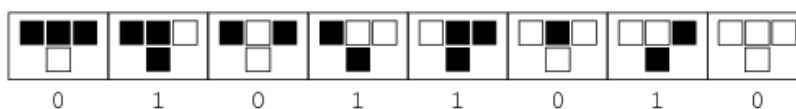


Exercício de aplicação de regras na Máquina de Turing  
 Fonte: Autores (2019)

É importante pontuar que alguns conteúdos, mesmo que vistos de forma introdutória, deram a base teórica para a experimentação e realização destas atividades, a saber: natureza do conhecimento; Fractais; linguagens computacionais; Modelo de Ontologia Baseado em Instâncias (MOBI), entre outros. Para melhor compreender os elementos mencionados nas atividades, foi preciso recorrer a aspectos do percurso histórico das máquinas abstratas, bem como à discussão sobre algumas implicações de ordem epistemológica.

Para desenvolver a regra 90 na Máquina de Turing foi utilizado o software Visual Turing Machine. Para fins de visualização da regra 90 foram atribuídos os seguintes símbolos às células, # e Y, neste sentido, a célula com o símbolo # significa que a célula era igual a zero, ou célula em branco, e Y significa que a célula era igual a 1, ou seja, célula pintada.

### rule 90

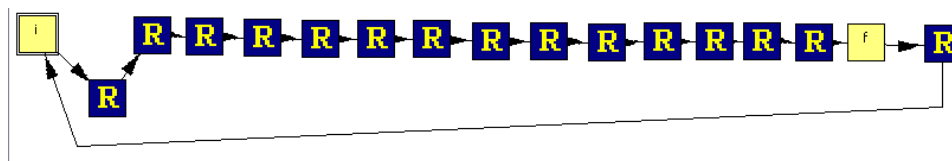


### Regra 90.

Fonte: <http://mathworld.wolfram.com/Rule90.html>

Para implementar a regra 90 foi necessário dividir o problema em diferentes etapas. Primeiro foi necessário criar bordas para delimitar onde seria aplicada a regra para imprimir às células símbolos que sinalizassem o início e o fim das bordas, e assim, facilitar a visualização do desenho que seria observado com a regra 90. Para isso foi aplicada a seguinte regra na máquina de Turing:

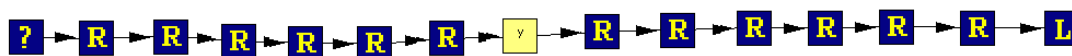




Etapa de delineamento de bordas para aplicação da regra 90.

Fonte: autores (2019)

Na segunda etapa foi constatado a necessidade de posicionar a célula semente, para isso foi implementada a seguinte regra na Máquina de Turing:



Etapa de impressão da célula semente para aplicação da regra 90.

Fonte: autores (2019)

A terceira etapa do exercício é a impressão de células considerando as células vizinhas, neste sentido, considerando a célula atual, o cabeçote deveria retornar até onde encontrasse resultados diferentes nas células da direita e esquerda (##Y, Y##, YY# ou #YY), e então, após o cabeçote reposicionado na célula em análise, a máquina deveria imprimir a letra Y. E assim, por diante, a máquina rodaria continuamente. Apesar de todo o esforço do grupo, não conseguimos desenvolver a regra que imprimiria a letra Y conforme a regra 90.

#### 4. MÁQUINAS ABSTRATAS: IMPLICAÇÕES PARA REPENSAR A EDUCAÇÃO

As Máquinas abstratas, na prática, como a de Turing fundam a linguagem computacional e permitem o desenvolvimento do computador e de todos os seus recursos tais como hoje são conhecidos, inclusive no campo da educação, o que abrange os domínios técnico, pedagógico e político, como: ferramenta de trabalho prático na produção ou no ensino; veículo didático para a transmissão de conteúdo; e conteúdo de ensino enquanto corpo teórico elaborado no processo de produção moderna. Os dois primeiros são tratados na literatura como “ensino por computadores” e o terceiro como “ensino sobre computadores” (CASTRO, 1985).

Normalmente o uso do computador está associado às questões de natureza técnica ou pedagógica, com ênfase no equipamento, em detrimento do significado epistemológico

do processo, o que acaba por reforçar a mentalidade mecanicista de suas raízes nos modos de produção. Gorz (1980) *apud* Tenório (2003) destaca que a instituição escolar formal realiza uma separação clara entre a cultura e a produção, entre ciência e técnica, trabalho manual e trabalho intelectual, sendo necessário recuperar e transformar a função da escola e da ciência. Cenário no qual se destaca o uso do computador na educação e a importância de conhecer as raízes históricas da sua concepção.

Tenório (2003) aborda que o crescimento quantitativo de produção da ciência moderna veio acompanhado da crença de que para conhecer o todo seria necessário conhecer de forma mais aprofundada as partes, gerando com isso a fragmentação, a especialização, tanto na produção material como na produção do conhecimento, que articulados de forma sistêmica, reconstruiriam a totalidade. Neste sentido, Serpa (1988) *apud* Tenório (2003) destaca que a não-consideração da totalidade é um não-saber, afirmado historicamente pela civilização do consumo, da divisão do trabalho e da acumulação do capital.

Destaque-se que a pouca exploração do processo de construção do conhecimento, que ocorre na educação formal, é ainda mais acentuada nas ciências exatas, e na Matemática, em particular. Dentro desse viés, o computador pode ser usado como fator de incremento da unilateralidade da visão fragmentária, se considerado as possibilidades de uso e as questões epistemológicas já discutidas. Ademais, a estrutura básica da organização computacional é necessariamente expressa sob a forma de programas e estrutura de dados, que são formulados em uma Matemática particular, estritamente formal (TENÓRIO, 2003).

Nesse sentido, as máquinas abstratas desenvolvidas por Post e Turing em 1936, devidamente contextualizadas, possibilitam entender o que o computador pode e não pode fazer por si só, enquanto potencialidade lógica. As máquinas abstratas são passíveis de construção apenas com lápis e papel, possuem estrutura lógico-operacional que simulam de forma simplificada, e sem custo, o funcionamento dos computadores atuais (USPENSKY, 1985 *apud* TENÓRIO 2003). Similarmente às máquinas abstratas, cujo funcionamento é definido pelas instruções, o computador é definido por sua programação, a qual consiste basicamente na especificação da solução de problemas em termos de

algoritmo, ou seja, todo conjunto finito de instruções precisamente definidas e executáveis passo a passo. Os algoritmos são amplamente utilizados na ciência para resolução de problemas diversos.

Assim, as máquinas abstratas de Turing ou de Post são valiosos instrumentos para compreensão da estrutura dos computadores. Quando utilizado na educação básica, além de favorecer a introdução de conceitos matemáticos, aproxima os sujeitos da ciência e favorece a construção de um conhecimento desfragmentado. Tenório (2003) sintetiza algumas das implicações pedagógicas das máquinas abstratas, a saber: a revisão da instituição escolar como “transmissora” do conhecimento; o fortalecimento da ideia do conhecimento como construção social e coletiva; a maior visibilidade entre as relações entre ciência e educação; a valorização do computador não somente como dispositivo técnico, mas como representação de uma inflexão epistemológica de virada no campo do conhecimento; a revisão da fragmentação disciplinar; a dissolução das fronteiras entre especialização e totalidade do conhecimento, tornando-o mais contextual; a ênfase em uma práxis pedagógica implicada com as dimensões históricas e epistemológicas; a noção do algoritmo não somente como operação conceitual, mas como linguagem por meio da qual se pode revisar currículos e práticas educacionais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso realizado no componente SRC na tentativa de responder ao problema proposto e o paralelo contato com referências e discussões sobre máquinas abstratas trouxeram contribuições importantes no que tange as reflexões sobre formas de representação do conhecimento, e, especialmente, sobre máquinas abstratas em suas relações com a educação.

A trajetória no componente evidenciou para os discentes, por fim, contribuições na formação individual, que derivam de processos coletivos de construção do conhecimento. Podem-se citar algumas como: a percepção de outras formas de representação do conhecimento para além dos limites das áreas de origem de cada discente, ampliando o conhecimento para fora da zona de conforto individual, bem como, a importância na integração destas formas de representação; o conhecimento de abordagens matemáticas

e de linguagens computacionais ancoradas em outros paradigmas que não aqueles da ciência clássica e da lógica formal e a evidenciação dessas áreas com tradições filosóficas; o contato com elementos metodológicos de ensino aprendizagem como o PBL, que requer engajamento coletivo, postura participativa, proativa, a fim de complementar as habilidades e competências em perspectiva multirreferencial; o entendimento, ainda como consequência do PBL, do papel do processo como ganho educacional em oposição ao resultado obtido de modo não reflexivo; a observação sobre diversas formas de aplicação de análises referentes à leitura e interpretação de fenômenos complexos e de modos de sintetizar e representar conhecimentos, a exemplo da construção de ontologias e mapas conceituais, dentre outros, que podem ser desdobráveis ao longo da trajetória da cada um durante o doutoramento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, C. M. Como levar o computador à escola. **Revista de Ensino de Ciência**. n.12, p.56-61; São Paulo. 1985.

DILÃO, R. Autômatos celulares, máquinas de Turing ou a natureza como máquina de cálculo. In **Colóquio Ciências**, 1993, volume 12, páginas 3–20. Disponível em: [http://sd.tecnico.ulisboa.pt/NonLinear\\_Dynamics\\_Group/Awareness\\_files/12-1.PDF](http://sd.tecnico.ulisboa.pt/NonLinear_Dynamics_Group/Awareness_files/12-1.PDF)  
Acesso em 24 ago.2019.

FURTADO, B. A.; VAN DELDEN, H.; Modelagem urbana e regional com autômatos celulares e agentes: panorama teórico, aplicações e política pública. In: Cruz, Bruno; Furtado, Bernardo; Monastério, Leonardo; Rodrigues Junior, Waldery. (Org.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília: IPEA, 2011, v.1, p. 283-314. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1576.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1576.pdf). Acesso em 24 ago.2019.

GREMONIN, L.; VINCENTIN, E. Autômatos Celulares: revisão bibliográfica e exemplos de implementações. **Revista Eletrônica Lato Sensu** (UNICENTRO), V.6, 2008.

PÁDUA, F. L. C.; VIEIRA, N. J. **Autômatos celulares: teoria e aplicações**. Universidade Federal de Minas Gerais. Dep. de Ciências da Computação. Pós-graduação. 19p., 2004.

RIBEIRO, L.; MIZUKAMI, M. A PBL na Universidade de Newcastle: um modelo para o ensino de engenharia no Brasil? **Olhar de Professor**, v. 7, n. 1. Universidade Estadual de

Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil. p. 133-146, 2009. Disponível em: <https://revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/issue/view/138>. Acesso em 31 out. 2019.

SANTOS, Ailton Dias dos. **Sistematização de experiências de economia solidária**. Sem data, sem local.

TENÓRIO, R.M. **Computadores de Papel**: Máquinas Abstratas para um Ensino Concreto. Editora Cortez. São Paulo. 2003.

WOLFRAN, S. **A New Kind of Science**. Blog de Stephen Wolfram. Disponível em <https://www.wolframscience.com/nks/>. Acesso em 24 de ago. 2019.

## **SOBRE OS AUTORES/ AS:**

Cristiane Neves de Oliveira, Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento, constituído de forma associativa entre a UFBA- IFBA - SENAI/CIMATEC - LNCC - UNEB e UEFS. Mestrado em Gestão e Tecnologias aplicadas à Educação - GESTEC (2016) e Especialização em Gestão Estratégica de Pessoas (2013), ambos pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB. Especialização em Administração Pública pela Universidade Cândido Mendes (2016) e Graduação em Secretariado Executivo pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (2000). Servidora Pública efetiva da Universidade do Estado da Bahia UNEB, com atuação em análise da execução de projetos de ensino, pesquisa e extensão. Monitora em cursos de extensão universitária na modalidade Educação à Distância (EAD).

Ludmilla Monfort Oliveira Sousa, graduação em Escola de Enfermagem Anna Nery pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006), residência multiprofissional no Instituto de Estudo em Saúde Coletiva pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009) e mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2016). Atualmente sou servidora da Secretaria da Saúde do Estado da Bahia e cursando o Programa de Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (DMMDC). Tenho experiência na área de Saúde Coletiva, com ênfase em Saúde Coletiva, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de informação em saúde, epidemiologia e georreferenciamento de informações em saúde.

Tiago Santos Sampaio, Doutorando pelo Programa de Doutorado Multi-institucional e Multi-Disciplinar em Difusão do Conhecimento (DMMDC); Mestre em Cultura e Sociedade pelo Programa Multidisciplinar de Pós-graduação em Cultura e Sociedade da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Especialista em Metodologia do Ensino, Pesquisa e Extensão em Educação pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Bacharel em Comunicação Social (Rádio e TV) pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Professor da UNEB desde 2009, desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão. Atuou como Assessor de Comunicação da UNEB e Assessor chefe da Reitoria. Suas áreas de atuação concentram-se em Gestão da Comunicação, Teorias da Comunicação, Análise do Discurso, Estudos Culturais e Comunicação Comunitária.