PEIRCE, Charles Sanders. Logical machines. American Journal of Psychology, vol. 1, 1887, pp. 165-70. Tradução comentada de: CESTARI, Guilherme Henrique de Oliveira; GAZONI, Ricardo Maciel; NÖTH, Winfried. **Teccogs: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, TIDD | PUC-SP, São Paulo, n. 10, p. 20-47, jul-dez. 2014.

# Tradução comentada de "Máquinas Lógicas" de Charles S. Peirce

Guilherme Henrique de Oliveira Cestari[1]

Ricardo Maciel Gazoni[2]

Winfried Nöth[3]

**Resumo:** O texto apresenta uma tradução do artigo "Logical Machines" de C. S. Peirce (1887) e contextualiza as ideias do seu autor na história da lógica e da computação. Peirce discute as máquinas lógicas concebidas e construídas por William Stanley Jevons e Allan Marquand e se máquinas em geral e máquinas lógicas em especial podem "raciocinar". Numa análise comparativa, os autores examinam as diferenças principais entre os computadores modernos e os seus precursores do século XIX do ponto de vista da semiótica de Peirce.

**Palavras-chave**: Charles S. Peirce. Máquinas lógicas. Máquinas raciocinantes. Allan Marquand. William S. Jevons. Diagramas.

**Abstract:** The authors present a Portuguese translation of C. S. Peirce's paper "Logical Machines" of 1887 and contextualize Peirce's ideas on the subject in the history of logic and computation. Peirce discusses the logical machines designed and built by William Stanley Jevons and Allan Marquand and the question whether machines in general and logical machines in particular can "reason". In their contrastive analysis, the authors of this paper examine the main differences between modern computers and their 19$^{th}$ century precursors from the point of view of Peirce's semiotics.

**Keywords**: Charles S. Peirce. Logical machine. Reasoning machine. Allan Marquand. William S. Jevons. Diagram.

## 1. INTRODUÇÃO

Assumindo que as reflexões semióticas de Charles S. Peirce sobre as máquinas lógicas do seu tempo podem oferecer novos impulsos para as Ciências da Cognição e da Computação contemporâneas, este trabalho apresenta uma tradução do artigo "Logical Machines" (LM) de Charles S. Peirce, publicado em 1887 no primeiro número do *American Journal of Psychology*. O objetivo dos autores é contextualizar as idéias

[1] Guilherme Henrique de Oliveira Cestari é doutorando da Pós-Graduação de Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. E-mail: gui_cestari@hotmail.com

[2] Ricardo Maciel Gazoni é doutorando da Pós-Graduação de Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. E-mail: gazoni.ricardo@gmail.com

[3] Winfried Nöth é professor da Pós-Graduação de Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. E-mail: wnoth@pucsp.br

peircianas na história da lógica, da computação e da filosofia da mente. Seguindo a teoria proposta por Peirce, o artigo visa a caracterizar a ação das máquinas que executam operações lógicas, especificamente a desenvolvida por William Stanley Jevons (1870) e a construída por Allan Marquand (1881, 1883a, 1883b), e a apresentar a teoria peirciana do pensamento diagramático no raciocínio silogístico. Trata-se de identificar aspectos do contexto epistemológico em que LM foi concebido, identificar as alusões feitas por Peirce, compilando-as, sempre que possível, em tópicos de referência e apontar a relevância e o pioneirismo históricos do pensamento peirciano.

O artigo também oferece informações bibliográficas sobre a publicação e as reedições de LM, indica estudos importantes sobre as máquinas lógicas de Jevons e Marquand desde Gardner (1958, p. 91-116) e comenta sobre as máquinas lógicas dos tempos de Peirce em relação aos computadores do século XXI.

## 2. COMENTÁRIO BIBLIOGRÁFICO E EDITORIAL

Os dados bibliográficos das várias edições do artigo “Logical Machines” de Charles S. Peirce são:

- *American Journal of Psychology*v. 1, n. 1 (1887), pp. 165-70. Também disponível em: <goo.gl/qrldWw>. Acesso em: 30/ago/2015.
- *The New Elements of Mathematics*, ed. Carolyn Eisele. The Hague: Mouton, v. III, pt. 1, 1976, pp. 625–32.
- *Modern Logic* 7 (1997), pp. 71-77. Disponível em: <projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.rml/1204900343>. Acesso em: 30/ago/2015.
- *Writings of Charles S. Peirce*, vol. 6. Nathan Houser et al. (eds.), pp. 65-72, com comentários pp. 428-29. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- O artigo também está disponível em forma de fotocópias das páginas da publicação original no site *History of Computers – Hardware, Software, Internet* (history-computer.com/) criado por Georgi Dalakov, numa versão sem a paginação original em: <history-computer.com/Library/Peirce.pdf>. Acesso em: 30/ago/2015.

Publicações que evidenciam a colaboração entre Peirce e o seu aluno Marquand no assunto das máquinas lógicas:

- Marquand, Allan. A machine for producing syllogistic variation & Note on an eight-term logical machine. In Charles S. Peirce (ed.), *Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University*. Boston, MA: Little, Brown, and Company, 1883, pp. 12-16. Facsimile reprint 1983 com introdução de Max Fisch. Amsterdam: Benjamins (Foundations of Semiotics, v.1).
- Peirce, Charles S. Letter to A. Marquand, December 30, 1886, In *Writings of Charles S. Peirce: A Chronological Edition*, Kloesel, C. et al. (Orgs.), v. 5. Bloomington, IN: Indiana Univ. Press, pp. 421–3.

Literatura sobre a teoria das máquinas lógicas de C.S Peirce e o seu contexto histórico:

- Ketner, Kenneth Laine with the assistance of Arthur Franklin Stewart, The early history of computer design: Charles Sanders Peirce and Marquand's logical machines. *Princeton University Library Chronicle*, v. 45, n. 3 (1984), pp. 186–224. Disponível em: <goo.gl/cXvOjW>. Acesso em: 30/ago/2015.
- Dalakov, Georgi. Charles Peirce and Allan Marquand. Artigo no site *History of Computers – Hardware, Software, Internet*. Disponível em: <history-computer.com/ModernComputer/thinkers/Peirce.html>. Acesso em: 30/ago/ 2015.

*Comentário editorial*: A tradução, que segue, contém somente as notas de rodapé do original, convertidas em notas ao final da seção. Comentários suplementares seguem na seção 4, "Anotações" deste trabalho. Os lugares do texto aos quais se referem estas anotações textuais são assinalados por números precedidos por A em colchetes inseridos no texto da tradução (por exemplo, "[A1]").

## 3. TRADUÇÃO

Na “Viagem a Laputa” [A1] há a descrição de uma máquina que desenvolve ciência automaticamente. “Por meio deste artifício, a pessoa mais ignorante, a um custo razoável, e com um mínimo de trabalho físico, poderia escrever livros de filosofia, poesia, política, leis, matemática e teologia, sem qualquer necessidade de genialidade ou de estudo.” A intenção é de ridicularizar o *Organon* de Aristóteles e o *Organon* de Bacon, mostrando o absurdo de supor que qualquer “instrumento” pode realizar o trabalho da mente [A2]. No entanto, as máquinas lógicas de Jevons e Marquand são engenhos que, alimentados por premissas, trazem à tona conclusões ao girar de uma manivela. Os numerosos mecanismos matemáticos que têm mostrado utilidade prática, do somador de Webb [A3] ao engenho analítico de Babbage [A4] (que foi projetado, mas nunca construído), são também máquinas que levam a cabo raciocínios de tipo não simples. Precisamente qual parcela da tarefa de pensar uma máquina pode, possivelmente, ser construída para assumir, e qual parte deve ser deixada para a mente viva, não é uma questão destituída de importância prática; um estudo como esse não pode, em todo caso, deixar de lançar uma merecida luz sobre a natureza do processo de raciocínio. Embora os instrumentos de Jevons e de Marquand tenham sido projetados sobretudo para ilustrar pontos mais elementares, sua utilidade reside principalmente, me parece, nas evidências que proporcionam a respeito deste problema.

A máquina de Jevons recebe as premissas na forma de equações lógicas, ou identidades. Somente um número limitado de letras diferentes entram nessas equações – de fato, qualquer tentativa de estender a máquina para além de quatro letras a complicaria intoleravelmente. A máquina tem um teclado, com duas teclas para a forma afirmativa e negativa de cada letra a ser usada no primeiro lado da equação, e duas outras para o segundo lado da equação, havendo quatro vezes mais teclas que letras. Há também uma tecla para o signo de adição lógica ou agregação para cada lado da equação, uma tecla para o signo de igualdade e duas teclas de ponto final, cujas funções não precisam ser explicadas aqui[4]. As teclas são apertadas sucessivamente, na

[4] PhilosophicalTransactions de 1870 [A5].

ordem em que letras e signos ocorrem na equação. É uma anomalia curiosa, a propósito, que uma equação como *A = B*, que no sistema da cópula transitiva apareceria como duas proposições, *Todo A é B* e *Todo B é A*, não deva ser inserida como uma equação simples. Mas apesar de as premissas aparentemente serem postas na máquina no formato de equações, a conclusão não tem essa aparência, mas é dada na forma adotada pelo Sr. Mitchell [A6] em seu memorável artigo sobre a álgebra da lógica. Ou seja, a conclusão aparece como uma descrição do universo de objetos possíveis. De fato, tudo o que é exibido no final é uma lista de todos os produtos possíveis das quatro letras. Por exemplo, se inserirmos as duas premissas *Todo D é C*, ou *D = CD*, e *Todo C é B*, ou *C = BC*, obteremos a conclusão na seguinte forma, onde letras na mesma coluna vertical devem ser multiplicadas logicamente, enquanto diferentes colunas são adicionadas ou agregadas:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | A | a | a | a | a |
| B | B | B | B | B | B | B | b |
| C | C | c | C | C | C | c | c |
| D | d | d | D | D | d | d | d |

As letras maiúsculas são afirmativas, as minúsculas, negativas. Pode constatar-se que toda coluna contendo D contém B, de modo que tenhamos a conclusão de que *Todo D é B*, mas decifrar isto pelo estudo das colunas exibidas parece ser muito mais difícil que extrair a conclusão silogística sem a ajuda da máquina.

A máquina do Sr. Marquand é um artifício vastamente mais lúcido que a de Jevons. A natureza do problema foi apreendida de maneira mais magistral, e os meios mais diretos possíveis são escolhidos para sua solução. Nas máquinas efetivamente construídas somente quatro letras foram usadas, embora não houvesse inconveniência em abranger seis. Ao invés de usar as incômodas equações de Jevons, o Sr. Marquand usa integralmente o método do Professor Mitchell[5]. Praticamente não existem teclas, exceto as oito para as letras e suas negações, pois as duas teclas usadas no processo de apagamento, etc, não deveriam ser contadas. Qualquer número de teclas pode ser apertado conjuntamente, caso em que são adicionadas as letras correspondentes, ou podem ainda ser ativados sucessivamente, caso em que as combinações correspondentes são multiplicadas. Há um tipo de face diagramática, mostrando as combinações ou produtos lógicos como na máquina de Jevons, mas com a importante diferença que as duas dimensões do plano são aproveitadas para organizar as combinações de tal maneira que a substância do resultado seja vista instantaneamente. Para trabalhar um silogismo simples, apenas duas pressões de tecla são necessárias, duas teclas sendo pressionadas a cada vez. Um cordão precisa também ser puxado para atualizar a afirmação que a pressão das teclas apenas formula. Esta é boa lógica: filósofos são propensos demais a esquecer de puxar este cordão, este elemento de força bruta na existência e portanto [A8], a considerar o *solvet ambulando* [A9] como ilógico. Trabalhar o silogismo com a máquina do Sr. Jevons requer dez movimentos sucessivos, devido à maneira relativamente desajeitada na qual o problema foi concebido.

Uma peculiaridade de ambas as máquinas é que, embora executem a inferência da forma (A + B)C para AC + BC, não efetuarão a inferência inversa de AC + BC para (A + B)C. Isso é curioso, porque a inferência que se recusam a executar parece ser meramente silogística, enquanto a que realmente executam, e de fato insistem continuamente em executar, queira-se ou não, é dilemática e, por conseguinte, essencialmente mais complicada. Mas, de fato, nenhuma das máquinas realmente dá a conclusão de um par depremissas silogísticas; a máquina meramente apresenta uma lista de todas as espécies possíveis no universo, e nos deixa escolher sozinhos as conclusões silogísticas. Assim, com a máquina de Marquand, inserimos a premissa *Todo A é B* na forma de *a + B*, e a premissa *Todo A é C* na forma *b + C*; mas ao invés de encontrar a conclusão na forma *a + C*, ela aparece como —

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ABCD | + | ABCd | | | | |
| + | aBCD | + | aBCd | + | abCd | + | abCD |
| | | | | + | abcd | + | abcD. |

Como queremos apenas uma descrição de A, multiplicamos por essa letra, e então reduzimos a conclusão a ABCD +ABCd, mas aí não há eliminação do B nem do D. Nem ao menos obtemos a conclusão na forma ab + BC, embora seja uma das vantagens da máquina de Marquand que ela realmente dê a conclusão, não somente da forma que acabamos de citar, mas também, simultaneamente, como

| | | | |
|---|---|---|---|
| (a + B + c + d) | (a + B + c + D) | | |
| (a + B + C + d) | (a + B + C + D) | (a + b + C + D) | (a + b + C + d) |
| | | (A + b + C + D) | (A + b + C + d). |

O segredo de todas as máquinas de raciocínio é, afinal, bastante simples. É o seguinte: qualquer que seja a relação entre os objetos sobre os quais se pensa e que esteja destinada a ser o eixo de um raciocínio, essa mesma relação geral deve poder ser introduzida entre certas partes da máquina. Por exemplo, se quisermos fazer uma máquina capaz de raciocinar no silogismo

Se A então B,

Se B então C,

Portanto, se A então C,

basta termos uma conexão que possa ser introduzida à vontade, de tal modo que quando um evento A ocorra na máquina, outro evento B deve também ocorrer. Sendo esta conexão introduzida entre A e B, e também entre B e C, é praticamente introduzida de maneira necessária também entre A e C. Este é o mesmo princípio que está no fundamento de toda álgebra lógica; só que na álgebra, ao invés de depender diretamente das leis da natureza, estabelecemos regras convencionais para as relações usadas. Quando, sozinhos, realizamos um raciocínio em nossas mentes, fazemos substancialmente a mesma coisa, ou seja, construímos uma imagem em nossa imaginação de acordo com condições gerais, e observamos o resultado. Também neste respeito, toda máquina é uma máquina raciocinante [A10], na medida em que há certas relações entre suas partes, relações que envolvem outras relações que não eram expressamente pretendidas. Uma parte de um aparelho para realizar um experimento físico ou químico é também uma máquina raciocinante, com a seguinte diferença: ela não depende das leis da mente humana, mas da razão objetiva corporificada nas leis da natureza. De acordo com isso, não é mera figura de retórica dizer que alambiques e serpentinas utilizadas pelo químico são instrumentos de pensamento, ou máquinas lógicas.

Toda máquina raciocinante, ou seja, toda máquina, tem duas impotências intrínsecas. Em primeiro lugar, é destituída de toda originalidade, de toda iniciativa. Não pode encontrar seus próprios problemas; não pode alimentar a si mesma. Não pode encontrar direção entre diferentes procedimentos possíveis. Por exemplo, a proposição mais simples da geometria projetiva, sobre as dez linhas retas em um plano, foi provada por von Staudt [A11] a partir de algumas premissas e por meio de um raciocínio de extrema simplicidade. Porém, tão complicado é o modo de composição dessas premissas e formas de inferência, que existem não menos que 70 ou 80 passos na demonstração. Como poderíamos construir uma máquina que se conduziria automaticamente em seu caminho através de tal labirinto? E mesmo se tivéssemos sucesso em fazê-lo, ainda seria verdade que a máquina seria completamente desprovida de iniciativa original, e realizaria somente o tipo específico de coisa para a qual ela tivesse sido calculada. Isto, contudo, não é defeito numa máquina; não queremos que ela cuide de seus próprios negócios, mas dos nossos. A dificuldade com o balão, por exemplo, é que ele tem iniciativa demais, que não é suficientemente mecânico. Não desejamos mais uma máquina original do que um construtor desejaria um artífice original, ou que um conselho de curadores universitários contrataria um professor original [A12]. Se, contudo, não nos rendermos à máquina, todo o assunto de iniciativa é ainda jogado sobre a mente; e este é o principal trabalho.

Em segundo lugar, a capacidade de uma máquina tem limitações absolutas; ela foi realizada para fazer uma certa coisa, e não pode fazer mais nada. Por exemplo, as máquinas lógicas que até agora foram concebidas somente podem lidar com um número limitado de diferentes letras. A mente sem qualquer auxílio também é limitada nesse e em outros aspectos; mas a mente trabalhando com um lápis e abundância de papel não possuital limitação. Ela continua sempre, e quaisquer limites que possam se impor à sua capacidade de hoje, podem ser superados amanhã. Isto é o que faz da álgebra o melhor dos instrumentos de pensamento; nada é complicado demais para ela. E esse grande poder se deve, acima de tudo, a um tipo de símbolo, cuja importância frequentemente é completamente negligenciada — isto é, o parêntese. Podemos, claro, dispensar os parênteses enquanto tais. Ao invés de (a + b) c = d, podemos escrever a + b = t e tc = d. A letra t é aqui um parêntese transformado. Observamos que o poder de adicionar proposição a proposição é de algum modo equivalente ao uso de um parêntese.

As máquinas do Sr. Marquand, mesmo que com apenas quatro letras, facilitam o tratamento de problemas que envolvem mais letras, embora ainda deixe bastante para a mente resolver sem auxílio. Uma máquina com seis letras construída nos mesmos princípios seria bastante desejável. Seria um pouco mais elegante [A13], talvez, ao invés de duas teclas para cada letra, ter uma alavanca que se manteria na posição vertical quando a letra não fosse usada, e seria girada para a direita ou à esquerda, de acordo com o modo em que a letra seria usada, positivamente ou negativamente. Uma extensão óbvia do princípio da máquina poderia permitir que ela realizasse eliminação. Portanto, se seis letras, A, B, C, D, E, F, fossem usadas, poderia haver uma face adicional que simplesmente deveria não tomar conhecimento de F, uma terceira que deveria não tomar conhecimento de F ou E, uma quarta que deveria não tomar conhecimento de F, E ou D; e essas bastariam. Com tal máquina, para representar AB + CD, deveríamos proceder da seguinte maneira: deslize a alavanca E para a esquerda. (A esquerda naturalmente significaria o negativo.) Deixando-a nessa posição, deslize a alavanca A para a direita e então traga-a de volta depois de puxar o cordão. Deslize a alavanca B para a direita e puxe o cordão, e então restaure as alavancas B e E para a posição vertical. Depois, deslize a alavanca F para a esquerda e sucessivamente direcione as alavancas C e D para a direita, como antes. Depois de restaurá-las para a vertical, direcione as alavancas E e F para a direita, e puxe o cordão. Então deveremos ver na terceira face:

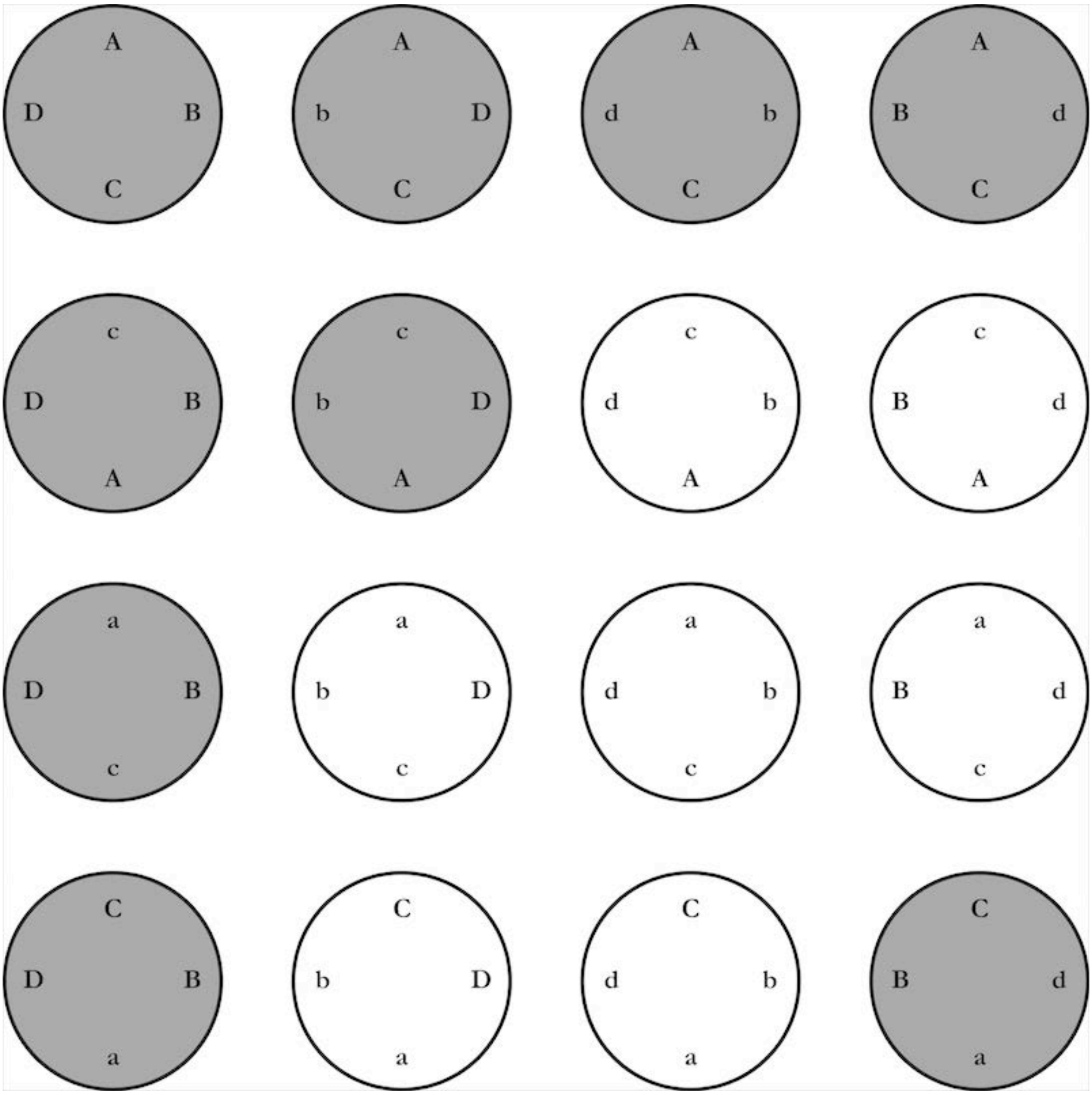
| | | | |
|---|---|---|---|
| (A + B + C + D) | (A + b + C + D) | (A + b + C + d) | (A + B + C + d) |
| (A + B + c + D) | (A + b + c + D) | | |
| (a + B + c + D) | | | |
| (a + B + C + D) | | | (a + B + C +d) |

ou, o que vem a ser a mesma coisa,

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | aBCD | + | abCD |
| ABCd | + | ABCD | + | AbCD |
| ABcd | + | ABcD | | |

Não penso que poderia haver qualquer grande dificuldade em construir uma máquina que trabalharia a lógica das relações com um grande número de termos. Mas devido à grande variedade de modos nos quais as mesmas premissas podem ser combinadas para produzir diferentes conclusões neste ramo da lógica, a máquina, em seu primeiro estado de desenvolvimento, não seria mais mecânica que um tear manual para tecelagem em várias cores e com várias lançadeiras. O estudo de como passar de uma máquina como essa para uma que corresponda a um tear de Jacquard [A14], provavelmente faria muito para a melhoria da lógica.

[5] Seria igualmente verdadeiro dizer que a máquina é baseada no sistema da Sra. Franklin [A7]. A face da máquina sempre mostra todas as combinações possíveis; apertar as teclas e puxar o cordão somente altera a aparência de algumas delas. Por exemplo, a figura seguinte representa, diagramaticamente, a face de tal máquina com certas combinações modificadas:




Essa face pode ser interpretada de várias maneiras. Primeiro, como mostram as porções sombreadas —

| | | | |
|---|---|---|---|
| (A + B + C + D) | (A + b + C + D) | (A + b + C + d) | (A + B + C + d) |
| (A + B + c + D) | (A + b + c + D) | | |
| (a + B + c + D) | | | |
| (a + B + C + D) | | | (a + B + C + d) |

o que é igual à que se vê nas porções não sombreadas se considerarmos as letras minúsculas como afirmativo e as maiúsculas como negativo, e intercambiarmos adição e multiplicação, ou seja, como —

aBCD + abCD
+ ABCd + ABCD + AbCD
+ ABcd + ABcD.

Ou, observando a porção não sombreada, podemos considerá-la como o negativo dos itens acima, ou —

(A + b + c + d) (A + B + c + d)
(a + b + c + D) (a + b + c + d) (a + B + c + d)
(a + b + C + D) (a + b + C + d),

ou, o que vem a ser a mesma coisa, como —

abcd + aBcd + aBcD + abcD
+ abCd + aBCd
+ AbCd
+ Abcd + AbcD

Existem duas outras interpretações óbvias. Vemos, então, que a máquina sempre mostra dois estados do universo, um o negativo do outro, e cada um em duas formas conjugadas de desenvolvimento. Em uma interpretação termos simultaneamente pressionados são multiplicados e combinações sucessivamente pressionadas são adicionadas. Na outra interpretação, o oposto é o caso.

## 4. ANOTAÇÕES

Os autores reconhecem ter encontrado informações úteis nos comentários ao artigo aqui traduzido, inclusos na edição dos *Writings* de Peirce citados acima, todavia as anotações que seguem não somente são traduções destes comentários.

A1. Introdutoriamente, Peirce remete a uma máquina descrita na passagem *Viagem à* [ilha flutuante de] *Laputa* do livro de Jonathan Swift (2001 [1726], parte III, capítulo 5), *As viagens de Gulliver*. Os habitantes da ilha se mostram tão intensamente envolvidos em especulações abstratas e teóricas que carecem de senso comum, além de demonstrarem pouca ou nenhuma habilidade prática. A máquina seria composta por uma moldura preenchida por centenas de pequenos cubos giratórios em cujas faces encontrar-se-iam impressas palavras em laputanês. Ao girar de uma alavanca, as faces dos cubos também girariam de maneira aleatória. Quando surgisse uma sequência de palavras que parecesse fazer sentido, essas seriam copiadas. Assim, a máquina permitiria que mesmo os mais ignorantes pudessem assumir a autoria de grandes obras sem auxílio algum (cf. GARDNER, 1958, p. 2).

A2. Para Peirce, Swift pretendeu, com a descrição da máquina, ridicularizar tanto o *Organon* (conjunto de escritos sobre Lógica) de Aristóteles como também o *Organon* de Francis Bacon. A palavra significa “instrumento” ou “ferramenta”, e foi o termo adotado pelos que julgavam a Lógica como uma ferramenta – e não como parte – da filosofia; contradições são, para estes autores, vistas como empecilhos ao pensamento coerente e eficaz.

A3. O século XIX foi profícuo em máquinas que efetuavam as mais diversas operações matemáticas, como o somador de Webb. Este foi uma das invenções patenteadas pelo poeta, jornalista e inventor norte-americano Charles Henry Webb (1834-1905). Não foi a única: com algumas delas obteve certo sucesso comercial.

A4. Ainda no século XIX, o engenho e os modelos analíticos descritos pelo matemático inglês Charles Babbage (1791-1871) a partir de 1822, ficaram conhecidos por serem alguns dos primeiros computadores de uso geral propostos. Babbage (1832), em obra que segundo o próprio autor é um dos resultados da construção de seu motor de cálculo, expõe alguns dos processos e princípios mecânicos estudados para a construção da máquina, bem como algumas das reflexões por eles suscitadas. Relatando sua pesquisa orientada ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de motores lógicos, Babbage (1832) discute relações entre os mecanismos de funcionamento da máquina e seus possíveis usos e aplicações, especialmente na área de economia política.

A5. V. 160, dos *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.*

A6. Em LM, Peirce menciona pesquisadores orientados por ele na Johns Hopkins University, Oscar Howard Mitchell (1851-1889) e Allan Marquand (1853-1924; cuja invenção é tema central em LM). Uma terceira aluna famosa em Baltimore era Christine Ladd-Franklin (1847-1930). Estes três contribuíram para um livro sobre Lógica organizado por Peirce (1883). O texto de Mitchell (cf. PEIRCE, 1883, p. 72-106) trata de lógica algébrica. O texto de Ladd-Franklin (PEIRCE, 1883, p. 17-71), considera cinco lógicas algébricas até então existentes (a saber: Boole, Jevons, Schröder, McColl e Peirce, sendo as últimas modificações da lógica booliana) e se propõe a desenvolver uma nova modificação. Os dois breves textos de Marquand (PEIRCE, 1883, p. 12-5 e 16) são sobre o funcionamento de uma máquina para produzir variações silogísticas; em nota, Marquand informa ter concluído o projeto de uma máquina lógica de oito termos, e que um modelo de quatro termos já se encontrava construído. Em

LM, Peirce relaciona os trabalhos de seus orientandos organizados previamente no livro, demonstrando certa coesão e complementaridade entre as pesquisas de seus estudantes.

A7. Ladd-Franklin (1916), contemplando o período entre 1880 e 1881, descreve o trabalho, as preocupações e a postura de Peirce na John Hopkins University, bem como a sua relação com os estudantes; são transcritas, inclusive, algumas das correspondências trocadas posteriormente entre a autora e Peirce, já entre 1900 e 1902. Facsimiles dos originais das cartas trocadas entre Ladd-Franklin e Peirce entre 1878 e 1904 podem ser encontradas nos seus manuscritos descritos por Robin (L237). Para Pietarinen (2013), as correspondências entre Ladd-Franklin e Peirce fornecem *insights* importantes sobre estudos em lógica, raciocínio, linguagem e inteligência; considerar os estudos de Ladd-Franklin, mulher pioneira no trabalho com ensino superior e pesquisa científica, é reconhecer a relevância e influência de seu pensamento sobre semiótica, pragmaticismo e filosofia da linguagem.

A8. Como participante na esteira de aperfeiçoamento da máquina lógica de Marquand, Peirce destaca a importância do cordão (a ser puxado para realizar a afirmação então configurada nas teclas).

A9. A expressão "*solvet ambulando*" significa literalmente "resolver andando". A frase refere-se à solução de um problema por meio do apelo à experiência prática; originalmente aludia ao método utilizado por Diógenes para provar que a hipótese sobre a inexistência do movimento estava errada: o que ele fez foi levantar-se e começar a andar. Por meio desta expressão, Peirce atribui importância à força bruta e à experiência, e com isto, ao papel da secundidade fenomenológica para testar uma hipótese rumo à resolução de um problema.

A10. Ao afirmar que aparatos para realizar experimentos físicos e químicos também são instrumentos de pensamento e, por isso, máquinas raciocinantes que, por sua vez dependem, não das leis que regem a mente humana, mas da razão objetiva corporificada nas leis da natureza, Peirce traz à tona sua abordagem não antropocêntrica. Entende-se, então, que a natureza, de modo autônomo e autêntico, também se desenvolve e funciona com base em seus próprios recursos lógicos. Compreender a natureza como geradora de mediações lógicas e, portanto, de diagramas, de raciocínio e de instrumentos para o pensamento, pressupõe também uma noção de lógica em senso lato, expansivo e abrangente. Sendo assim, as noções-base para o idealismo objetivo (cf. CP 6.25, 1891) e para a lógica como semiótica parecem de algum modo prenunciadas nestas afirmações.

A11. Karl Georg Christian von Staudt (1798-1867), matemático que desenvolveu uma teoria das linhas e pontos imaginários na geometria projetiva.

A12. Esta nota de ironia reflete a decepção de Peirce com o nível intelectual do mundo acadêmico do seu século, que impediu que Peirce fosse contratado para uma posição adequada ao seu próprio mérito.

A13. Peirce, além de comentar diferenças e complementaridades entre o funcionamento das mentes humana, da natureza e das máquinas, ainda sugere modelos de interação entre máquina e humanos, em busca de uma experiência “um pouco mais elegante”. Atentar para o nível de elegância (grau de ausência de redundância) da experiência em uma interação entre homem e máquina é discutir sobre projetos de interface; parece interessante que interfaces, como processos de mediação em contínua configuração, estejam atentas às naturezas da ação dos signos tanto na mente humana como nas máquinas (cf. a discussão sobre semioses humanas e máquinas em NÖTH, 2007, em especial nas pp. 165-66). Em geral, a experiência do usuário com a máquina, assim como sua capacidade de utilizá-la para executar operações lógicas e para acessar, ler e articular signos, está alocada na relação com as interfaces.

A14. Peirce se refere ao tear mecânico projetado e construído em 1801 por Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) para a tecelagem automática em várias cores, que ele considera uma aproximação da composição de um pensamento lógico. A máquina de Jacquard foi a primeira a receber instruções por meio de programação binária gravada em cartões perfurados. A “grande variedade de meios pelos quais as mesmas premissas podem ser combinadas [pela máquina] para produzir diferentes conclusões” compara-se à multiplicidade de modos de se trançar fios coloridos para se compor os mais diversos e criativos padrões têxteis. As máquinas de cálculo lógico são capazes de compor inúmeras relações utilizando um número finito de termos.

## 5. CONTEXTOS SEMIÓTICOS DA LÓGICA MECÂNICA DE JOVENS E MARQUAND

Peirce viveu num período particularmente frutífero para um lógico. A lógica dos Escolásticos era questionada desde o Renascimento, mas a lógica simbólica como conhecemos só iria começar a se desenvolver seriamente com o trabalho de Boole e outros. Assim, havia um enorme esforço para ampliar o alcance, ou mesmo reconstruir, o silogismo inaugurado por Aristóteles; tratava-se também de uma busca para encontrar um modo de eliminar a ambiguidade da linguagem natural, criando uma forma de expressão "melhor adaptada" à lógica. Trata-se de uma tarefa cuja possibilidade de sucesso, hoje sabemos, é nula (cf. NÖTH e SANTAELLA, 2011), mas que na época deu origem a inúmeros trabalhos em lógica, muitos deles conhecidos e citados por Peirce.

Alguns desses trabalhos alongavam-se sobre temas que perderam a relevância diante do método algébrico como, por exemplo, a especificação precisa dos sentidos produzidos pelas frases em linguagem natural: era importante determinar a melhor forma de expressar um silogismo. Alguns acreditavam que a melhor forma era expressá-los na forma hipotética: "se algo é M, então é P; se algo é S, então é M; portanto, se algo é S, então é P". Outros diziam que o melhor modo era colocar as declarações afirmativas na forma negativa: "não há humano não mortal; não há Sócrates não-humano; portanto, não há Sócrates não mortal". Todas eram tentativas de contornar as inconsistências que poderiam surgir a partir de uma análise detida dos raciocínios. Não obstante, algumas dessas considerações a respeito da melhor forma de expressar silogismos apontavam para as limitações do método aristotélico, como se vê, segundo Gardner (1958), nos trabalhos de Hamilton e de De Morgan, este último amiúde citado por Peirce. Um exemplo relevante proposto por De Morgan, ainda segundo Gardner, é o que chamou de "silogismo numérico": "a maioria dos Y é X; a maioria dos Y é Z; portanto alguns X são Z". As "leis de De Morgan" são até hoje estudadas por alunos de programação de computadores.

Um expressivo avanço na direção da formalização da lógica simbólica foi o trabalho de Boole, que propunha que o cálculo proposicional fosse realizado através de uma notação algébrica seguindo regras formalmente definidas, possibilitando o cálculo matemático da veracidade ou não de uma equação proposicional, que não era nada mais que a formalização algébrica de uma composição de proposições. Assim, para Boole, as operações básicas seriam (1) a *conjunção* (operação “E”, como quando dizemos “Sócrates é homem E Sócrates é mortal” – uma composição de proposições que só é verdadeira se ambas as proposições componentes também forem verdadeiras), representada pelo sinal de multiplicação, (2) a *disjunção* (operação “OU”, como em “ontem choveu OU a grama está seca” – notando que para Boole esse operador indicava que a veracidade era mutuamente exclusiva, ou seja, “A OU B” é verdadeiro se A for verdadeiro ou se B for verdadeiro, mas não se ambos forem verdadeiros. Mais tarde Jevons – criador de uma das máquinas lógicas analisadas por Peirce – propôs, de acordo com Gardner (1958, p. 92), um método no qual essa restrição foi eliminada, situação que persiste até hoje), disjunção representada pelo sinal de adição, e (3) a *negação*, que é verdadeira se seu único componente é falso: “NÃO A” é verdade se A não o for. Através dessas transcrições e do uso de parênteses é possível escrever composições complexas de proposições e calcular sua veracidade utilizando regras algébricas bastante simples. Esse primeiro passo foi fundamental para o posterior desenvolvimento da lógica simbólica como conhecemos hoje. Por essa razão encontramos no texto de Peirce nomenclaturas que hoje não têm uma tradução consagrada porque se referem a termos que caíram em desuso:

- Adição lógica ou agregação: trata-se da conjunção (“E”).
- Multiplicação lógica: é a disjunção (“OU”), não exclusiva.
- Sistema de cópula transitiva: a cópula é o que liga o sujeito ao predicado numa proposição. O conceito de cópula transitiva foi introduzido por De Morgan (1856), e refere-se ao caso mais amplo e conhecido: o conector “é”. Assim, ao afirmar que a expressão A = B apareceria no “sistema de cópulas transitivas como...”, Peirce quis dizer: se escrevêssemos a equação “A = B” no formato “X é Y”, esta deveria ser escrita em duas frases: “Todo

A é B" e "Todo B é A", uma vez que somente uma dessas frases ser verdadeira não implica que ambas sejam verdadeiras.

Em artigo sobre a importância da mecanicidade nos processos de inferência lógica, Jevons (1870), de início, destaca que desde a antiguidade alguma assistência mecânica é frequentemente requerida para a realização de operações mentais; a mão, os dedos e o ábaco, por exemplo, são instrumentos mecânicos (e diagramáticos) usados para fazer cálculos e facilitar a computação. O sistema numérico hindu-arábico tem também algo de diagramático, uma vez que relaciona a posição de alguns números em relação a outros para determinar seus respectivos valores; é somente pela compreensão das relações (neste caso, hierárquicas) entre os algarismos que se torna possível diferenciar 1500, 5100 e 51, por exemplo. Ainda sobre performances mecânicas nas operações mentais, vale citar brevemente o argumento de Peirce (CP 7.366, 1902; comentado por NÖTH, 2007, p. 170-73), para quem a faculdade de discussão teórica de um filósofo, por exemplo, se localiza em dois lugares ao mesmo tempo, em seu cérebro, mas também em seu tinteiro, uma vez que, sem seu instrumento, se mantém incapaz de agir, escrever e, neste sentido, discutir.

**Figura 1.** O "piano lógico" concebido e realizado por W. S. Jevons. (Disponível em: <goo.gl/KtzPPZ>. Acesso em: 4/set/2015).

A máquina de Jevons (Figura 1) se baseia no próprio método diagramático de seu autor. Este consiste em escrever o universo de todas as possibilidades das proposições em questão e riscar aquelas que não se encaixam nas premissas do problema. As que restarem constituem o universo das soluções. Por exemplo, tomemos as proposições A, B e C, e as premissas: “Todo A é B” e “Nenhum B é C”. A que conclusões se pode chegar? Escrevamos o universo possível para essas três proposições (aqui, “a” equivale à negação de “A”):

ABC

ABc

AbC

Abc

aBC

aBc

abC

abc

A leitura em linguagem natural segue a regra: “ABC” equivale a dizer que tanto A quanto B e C são verdadeiras, ou seja, as letras na mesma linha representam uma conjunção. O conteúdo de duas linhas diferentes se combina em disjunções. Por exemplo, no caso das duas primeiras linhas queremos dizer que, ou tanto A quanto B e C são verdadeiros (1ª linha), ou A e B são verdadeiros, mas c é falso (2ª linha). Para riscarmos as possibilidades que negam a premissa “Todo A é B”, precisamos riscar os casos em que aparece a combinação de letras “A” e “b”, ou seja, os casos em que é verdade que “A” mas não é verdade que “B”. Essas são as linhas 3 e 4. Do mesmo modo, para acrescentarmos a premissa que “Nenhum B é C” precisamos riscar os casos em que aparecem as letras “B” e “C”, ou seja, os casos em que sendo “B” verdadeiro, “C” também o é. Essas são as linhas 1 e 5. O resultado é, então:

~~ABC~~ (“Nenhum B é C”)

ABc

~~AbC~~ (“Todo A é B”)

~~Abc~~ (“Todo A é B”)

~~aBC~~ (“Nenhum B é C”)

aBc

abC

abc

Resta-nos concluir que "A"e "B" mas não "C" (linha 2), ou não "A" e não "C", mas "B" (linha 6), ou não "A" e não "B", mas "C" (linha7), ou, pela última linha, nem "A", nem "B" e nem "C". E aqui resta evidente umas das críticas de Peirce em LM: a de que ambas as máquinas não mostram a conclusão das premissas, mas o conjunto de combinações possíveis de solução. No caso acima, a conclusão das premissas é que "Nenhum A é C", o que se pode observar pela ausência da combinação das letras "A" e "C" dos conjuntos das soluções. Mas essa simplificação não é realizada pela máquina.

O dispositivo é, segundo Gardner (1958), consequência da evolução das tentativas de Jevons de automatizar seu método. A primeira proposta de Jevons teria sido a utilização de carimbos contendo as combinações de 3 e 4 proposições, o que economizaria o tempo de escrever as combinações, mesmo objetivo pretendido com a "lousa lógica", na qual as combinações impressas poderiam ser riscadas com giz; chegou a criar um "ábaco lógico", mas o ápice de sua criação foi o "piano lógico", descrito por Peirce em LM. É curioso observar que o próprio Jevons não via utilidade em uma máquina lógica além do uso em sala de aula, de acordo com Gardner (1958, p. 99).

A máquina de Marquand (Figura 2) é vista por Gardner (1958, p. 106) como o primeiro avanço sobre a máquina de Jevons, corroborando a opinião de Peirce em LM. Ainda de acordo com Gardner, a máquina analisada por Peirce não foi o primeiro dispositivo lógico criando por Marquand: este foi um dispositivo que ampliava um dispositivo elaborado por Venn.

Em correspondência a Marquand, Peirce (W5: 421-23, 1886), além de mencionar questões financeiras e demonstrar interesse em discutir filosofia com o ex-orientando, dá opiniões sobre alguns possíveis motivos de uma má primeira recepção da máquina lógica de Marquand por parte da comunidade científica. Nas impressões de Peirce, a máquina de Marquand teve dois defeitos principais: contempla, até então, apenas quatro termos, ao invés de ao menos seis; e não reduz a solução à sua expressão mais simples. Por meio de diagramas, Peirce sugere ainda o uso de eletricidade para o funcionamento da máquina. Por fim, solicitamente, Peirce se prontifica a, caso Marquand queira enviar-lhe seu último artigo sobre a máquina, fazer o papel de "advogado do diabo", criticando-a.

Há, por parte de Marquand, a preocupação em desenvolver recursos que facilitassem cálculos lógicos (a saber, máquinas lógicas e sistemas gráficos de diagramas) que contemplassem um grande número de termos em sua composição. Observando que Venn (1880) propôs soluções diagramáticas para problemas envolvendo três, quatro ou no máximo cinco termos e que a construção gráfica torna-se progressivamente mais difícil na medida em que se adicionam termos, Marquand (1881) sugere um modo de composição de diagramas lógicos retangulares capaz de levar em conta um número indefinidamente extensível de termos, sem que as figuras percam sua função de rapidamente prover auxílio visual na solução de problemas (cf. também GARDNER, 1958, p. 43).


**Figura 2.** Máquina lógica concebida e realizada por A. Marquand. (Disponível em: <goo.gl/ctcvJx>. Acesso em 4/set/2015).

Diferentemente da máquina de Jevons, a máquina de Marquand não é precedida pelo trabalho do autor sobre lógica. De fato, da correspondência entre Peirce e Marquand se depreende que este último estava decepcionado com a recepção dada a sua máquina; conclui-se que Marquand, ao contrário de Jevons, tinha grandes expectativas quanto ao alcance de seu engenho. A decepção parece ter afetado o destino que tomou: segundo Gardner (1958, p. 106) abandonou em 1883 a lógica para se tornar professor de arte e arqueologia em Princeton.

As reflexões em LM provocam-nos a refletir sobre as relações das máquinas com os signos; a imaginar se as máquinas, em sua própria complexidade, podem "pensar": gerar e processar signos, por vezes, adequando sua conduta a uma determinada situação. Dentre infindáveis possibilidades de pesquisa, o texto e suas referências podem se mostrar ricas fontes de discussão sobre Lógica e história das máquinas como seres diagramáticos e pensantes. Pode haver, na aproximação entre Peirce e os primórdios da computação, oportunidades de expansão, e mesmo de revisão de paradigmas, para a Ciência da Computação e também para a Filosofia contemporâneas; afinal, qualquer sistema lógico que se propõe a descrever os processos de pensamento presentes no cosmos deve também contemplar entidades mecânicas sem subestimá-las em relação ao homem e ao restante da natureza.

## 6. PÓSFÁCIO: MÁQUINAS LÓGICAS EM 2015

O que vem a ser uma "máquina lógica"? Essa pergunta não é recente. Já em 1887, Charles Sanders Peirce publicou um artigo sobre o tema. Que a publicação tenha sido feita num periódico dedicado à Psicologia Experimental não é uma surpresa, dado o ambiente intelectual da época. Na presente seção, exploramos esse artigo de Peirce e o livro de 1958 de Martin Gardner *Logic Machines & Diagrams*, um apanhado bastante completo sobre a história desses dispositivos – o primeiro "em qualquer língua", segundo o autor –, que evidentemente carece de considerações sobre o computador eletrônico, as quais esperamos ser capazes de tecer ao final.

Uma máquina lógica, na definição de Gardner (p. vii), é "um dispositivo, elétrico ou mecânico, desenhado especificamente para resolver problemas em lógica formal".

O texto prossegue incluindo uma definição do que seriam diagramas lógicos: "um método geométrico para fazer o mesmo [resolver problemas em lógica formal]", e destaca o fato de os dois ramos serem "intimamente entrelaçados", dando pistas de uma importante conclusão a que Peirce chegara setenta anos antes.

A contribuição mais notável de Peirce em seu artigo provavelmente está no parágrafo em que afirma que o segredo das máquinas lógicas é simples, bastando que, para cada elemento que seja o eixo de um raciocínio, haja um elemento correspondente na máquina que imponha, entre partes da máquina, a mesma relação que o elemento no raciocínio impõe entre componentes deste. Isso equivale a dizer que a máquina funciona como um diagrama do raciocínio e implica que há uma semelhança de funcionamento entre certos tipos de raciocínios humanos e o funcionamento de máquinas; em 1887, no próprio artigo, Peirce afirma que essa semelhança se deve ao fato de que tanto a álgebra como a natureza funcionam de acordo com leis. Mais tarde, em 1902, Peirce dará uma nova feição aos tipos de raciocínio, tornando claro que no raciocínio dedutivo, que é o implementado pelas máquinas lógicas que analisou em 1887, as premissas são índices das conclusões, ou seja, dadas as premissas, somos compelidos à conclusão por força bruta, secundidade (cf. CP 2.96, 1902).

Mas no artigo de 1887, Peirce também vai além e nos lembra que qualquer aparato que siga as leis da física e da química – de fato ele fala em "aparato para realizar experimentos" – também é uma máquina raciocinante nesse sentido: segue as leis da natureza, e se presta à nossa interpretação dessas leis, sendo instrumentos de pensamento e, portanto, máquinas lógicas.

A definição de Peirce quanto ao que é uma máquina lógica difere, portanto, da definição de Gardner. Para Gardner, uma máquina lógica presta-se à resolução de problemas de lógica formal, ao passo que para Peirce a máquina lógica presta-se ao auxílio do raciocínio humano. Gardner conhecia o artigo de Peirce, e explica assim essa passagem:

> Há um sentido no qual todos os fenômenos mecânicos são expressões de relações lógicas. Uma alavanca com ponto de apoio numa das pontas levantará um peso no seu centro 'se e somente se' o outro lado é levantado. Mas se o ponto de apoio está no centro, um peso em

> qualquer ponta é levantado somente quando a outra ponta é abaixada, um análogo preciso da disjunção exclusiva. Uma máquina de escrever contém centenas de partes operantes que podem ser consideradas expressões de 'e', 'ou', 'se, então' e outras relações lógicas. Isso é o que Peirce tinha em mente quando escreveu '...toda máquina é uma máquina raciocinante, na medida em que há certas relações entre suas partes, relações que envolvem outras relações que não eram expressamente pretendidas. Uma parte de um aparato para realizar um experimento físico ou químico é também uma máquina raciocinante, com a diferença que não depende das leis da mente humana, mas da razão objetiva corporificada nas leis da natureza. De acordo com isso, não é figura de linguagem dizer que alambiques e serpentinas utilizadas pelo químico são instrumentos de pensamento, ou máquinas lógicas (GARDNER, 1958, p. 116).

Vê-se que Gardner não compartilha, ou não conhece o sinequismo peirciano, segundo o qual tudo que existe é contínuo, e que justifica a gradação apresentada para as diversas máquinas raciocinantes: de máquinas para efetuar raciocínios lógicos formais a máquinas para conhecer as leis da natureza. Não obstante, Gardner corrobora a conceituação peirciana de raciocínio diagramático, que apresentamos nas palavras de Peirce:

> ... o processo de abstração é, ele próprio, um tipo de observação. A faculdade que eu chamo de observação abstrativa é uma que as pessoas comuns reconhecem perfeitamente, mas para a qual as teorias dos filósofos raramente abrem espaço. É experiência familiar a todo ser humano desejar algo além dos seus presentes meios, e em sequência ao desejo perguntar-se, 'Desejaria isso do mesmo modo, se tivesse os meios de possui-lo?'. Para responder à questão, ele vasculha seu coração, e ao fazê-lo faz o que chamo de observação abstrativa. Ele cria em sua imaginação um tipo de esqueleto de diagrama ou um esboço do contorno de si mesmo, considera quais modificações o estado hipotético de coisas exigiria que se fizesse na figura, e então a examinaria, ou seja, observaria o que imaginou, para ver se o mesmo desejo ardente está lá para ser discernido. Através desse processo, que é no fim muito parecido ao raciocínio matemático, podemos atingir conclusões sobre o que poderiam ser verdades sígnicas em todos os casos, desde que a inteligência a utilizá-los fosse científica (CP 2.227, 1897).

Mais tarde Peirce conclui que esse é um método válido de investigação científica, chegando a imaginar que esse procedimento poderia ser sistematizado numa teoria para o planejamento de deduções matemáticas (cf. CP 5.162, 1903).

Entretanto, há uma importante diferença entre a lógica diagramática apresentada por Peirce e o uso que fazemos de diagramas lógicos e máquinas lógicas. Para Peirce, a função do diagrama é icônica: seu valor está no fato de podermos descobrir no diagrama mental gerado um elemento novo, fresco, inédito, ou seja, um elemento de primeiridade. Já o uso de diagramas para resolução de problemas lógicos está inteiramente baseado na utilização prescrita para uso. Não resulta desse uso nada de novo. Essa é uma das razões pelas quais as máquinas lógicas do tempo de Peirce são desinteressantes: porque seu uso se torna repetitivo. Só ganharam importância quando economizaram esforço, como é o caso das máquinas de somar, por exemplo. Mas a observação dessas máquinas não pressupõe a descoberta de novos usos, ou a descoberta de novas relações. É provável que o criador da máquina ou diagrama lógico, tomado aqui no sentido dado por Gardner, já tenha esgotado todas as possibilidades de descoberta. O que nos leva a inquirir: e os computadores, como se encaixam na história das máquinas lógicas? Possuem eles alguma diferença fundamental?

Para analisar o caso dos computadores é preciso levar em conta dois elementos: o computador idealizado na mente dos cientistas da computação e o computador real. Surpreendentemente, esses dois dispositivos são diferentes entre si.

O conceito de computador é normalmente identificado com o de máquina de Turing. Em 1936, Alan Turing escreveu seu famoso artigo, cuja forma é inteiramente aderente ao raciocínio diagramático preconizado por Peirce. Nele Turing descreve uma máquina hipotética que servirá como diagrama a partir do qual fará suas descobertas. Essa máquina tem seu funcionamento precisamente definido e não pode escapar das características imaginadas por seu criador. Uma vez descrita, seu funcionamento, embora hipotético, seguirá um conjunto de movimentos cegos, determinados pela força bruta da secundidade – mesmo sendo um aparelho puramente mental. Nesse sentido, a máquina de Turing é fonte das descobertas deduzidas a partir de seu funcionamento, descobertas de tal forma consolidadas que ganham o status de verdades matemáticas. Já a máquina física não tem inúmeras limitações impostas pelo modelo de Turing e, estando inserida no mundo, pode se prestar a semioses que envolvam primeiridade e terceiridade. Não obstante, os computadores físicos são concebidos como máquinas diagramáticas muito bem especificadas, para que possam ser programados, sendo nesse sentido semelhantes às máquinas lógicas de que nos falam Peirce e Gardner. Por que será então que parecem tão mais interessantes que as máquinas lógicas apresentadas por Jevons e Marquand? Será que as máquinas de Jevons e Marquand, se pudessem lidar com um número de termos tão grande quanto os computadores atuais, ganhariam algum interesse?

A resposta é não. Embora os computadores modernos sejam essencialmente máquinas lógicas, no sentido de implementarem secundidades que mimetizam o pensamento dedutivo humano, não é o fato de o fazerem em volumes massivos que os tornam interessantes. Em nossa opinião, a diferença que distingue os modernos computadores das máquinas lógicas de antigamente é que os primeiros incorporam uma noção que as últimas não incorporam, que é o conceito de sucessão temporal ativa de estados. Nas máquinas lógicas de antigamente, o usuário ativamente introduz as informações, realiza uma ação e a resposta é apresentada. Nos computadores modernos isso não é necessário: mesmo que o usuário não faça nada, o computador fará. Quando o usuário não está fazendo nada, o computador está ativamente esperando que ele faça algo. Um algoritmo que pode ser resumido como "Passo 1: Verifique se o usuário fez algo. Passo 2: se o usuário fez algo, realize a ação esperada. Passo 3: realize tarefas internas do sistema. Passo 4: volte para o passo 1".

Essa necessidade de funcionar como uma sucessão de estados no tempo é inerente ao projeto de computador eletrônico imaginado por John von Neumann em 1945 – arquitetura universalmente adotada nos computadores modernos –, e é uma característica do objeto computador, mas não necessariamente do conceito. Embora se possa imaginar que as ações de uma máquina de Turing ocorram numa sequência temporal, isso não é essencial para prevermos o funcionamento dessa máquina de Turing: basta imaginar que os eventos dessa máquina ocorrem numa sequência representável espacialmente, como a sequência dos números naturais, por exemplo.

O fato de os computadores modernos efetuarem ativamente suas ações no tempo os tornam capazes de resultados difíceis de prever, o que raramente acontecia com as máquinas lógicas anteriores. Com isso conseguem apresentar um funcionamento mais próximo das máquinas raciocinantes como definidas por Peirce: máquinas que se comportam de acordo com uma lei, apresentando-se à nossa interpretação. Nesse caso, de acordo com várias leis: as leis da natureza que governam o funcionamento dos circuitos eletrônicos, e as leis determinadas pelos programadores do equipamento, na forma de *software*. Ou seja, é possível implementar no computador, graças ao fato de ele ativamente determinar a própria mudança de estado, comportamentos que os aproximam do comportamento do mundo físico ou, se quisermos, de mundos ficcionais.

Além disso, é possível transferir o poder de manipular os resultados da ação dos computadores àqueles que não conhecem programação. Por exemplo, os computadores modernos incorporam maneiras de capturar informação imprevisível para um programador. E o que é feito dessas informações? Inúmeras coisas, entre elas, exibi-las aos próprios usuários. De fato, o sistema que captura e exibe imagens em um computador é programado sem que o programador saiba quais imagens serão capturadas e exibidas. O poder de capturar e exibir imagens, nesse caso, é totalmente transferido ao usuário, que hoje em dia poderá torná-las disponíveis a outros usuários através da utilização de outros programas que transferem o poder de armazenar e recuperar informações entre computadores, através, por exemplo, da Internet.

Assim, o que torna o computador moderno interessante é que, de algum modo, ele se apresenta a nós como uma máquina que pode ser submetida à nossa ampla interpretação, quer por ação de programadores, quer por ação de outros usuários. Deixa de parecer um diagrama cujo funcionamento é previsível – deixa de ser, nesse sentido, uma máquina lógica na definição de Gardner – e passa a apresentar características icônicas, indiciais e simbólicas, tornando-se um signo mais interessante de ser interpretado – uma máquina raciocinante na definição de Peirce.

**Referências**


BABBAGE, Charles. **On the Economy of Machinery and Manufactures**, London: Charles Knight, 1832.

DE MORGAN, A. On the symbols of logic, the theory of syllogism, and in particular of the copula, and the application of the theory of the probabilities to some questions of evidence. **Transactions of the Cambridge Philosophical Society**, v. 9, Cambridge: Cambridge University Press, 1856.

GARDNER, Martin. **Logical Machines and Diagrams**, New York, NY: McGraw-Hill, 1958.

JEVONS, William Stanley. On the mechanical performance of logical inference. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 160, 1870, pp. 497-518.

LADD-FRANKLIN, Christine. On the algebra of logic. In: PEIRCE, Charles Sanders (Org.). **Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University**, Boston, MA: Little, Brown and Company, 1883, pp. 17-71.

______. Charles S. Peirce at the Johns Hopkins. **The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods**, v. 13, 1916, pp. 715-22.

MARQUAND, Allan. On logical diagrams for *n* terms. **Philosophical Magazine**, v.12, n.75, 1881, pp. 266-70.

______. A machine for producing syllogistic variations. In: PEIRCE, Charles Sanders (Org.). **Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University**, Boston, MA: Little, Brown and Company, 1883a, pp. 12-5.

______. Note on eight-term logic machine. In: PEIRCE, Charles Sanders (Org.). **Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University**, Boston, MA: Little, Brown and Company, 1883b, p. 16.

MITCHELL, Oscar Howard. On a new algebra of logic. In: PEIRCE, Charles Sanders (Org.). **Studies in Logic by members of the Johns Hopkins University**, Boston, MA: Little, Brown and Company, 1883, pp. 72-106.

NÖTH, Winfried. Máquinas semióticas. In: QUEIROZ, João; LOULA, Â.; GUDWIN, Ricardo (Orgs.). **Computação, cognição, semiose**, Salvador: EDUFBA, 2007, pp. 159-83.

NÖTH, Winfried; SANTAELLA, Lucia. Meanings and the vagueness of their embodiments. In: THELLEFSEN, T.; SØRENSEN, B.; COBLEY, P. (Eds.). **From First to Third via Cybersemiotics** - A Festschrift honoring Professor Søren Brier on the occasion of his 60th Birthday. Copenhagen: SL Forlagene, 2011. pp. 247–82.

PEIRCE, Charles Sanders. Logical machines. **American Journal of Psychology**, vol. 1, 1887, pp. 165-70.

______.**The Collected Papers of Charles Sanders Peirce**, HARTSHORNE, C., WEISS, P. e BURKS, A. (Orgs.) Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931-35 e 1958; 8 vols. [Obra citada como CP seguido pelo número do volume e número do parágrafo].

______.**The Charles S. Peirce Papers**, 30 reels, microfilm edition. Cambridge, MA: The Houghton Library of University Microproduction, 1963-66 [Obra citada como MS (manuscrito) e L (cartas), com numeração de acordo com o catálogode Robin, comp. 1967].

______. **Writings of Charles S. Peirce**, PEIRCE EDITION PROJECT (Orgs.) Bloomington, IN: Indiana University Press, 1981-2009, 8. vols. [Obra citada como W seguido pelo número do volume e número da página].

PEIRCE, Charles Sanders (Org.). **Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University**, Boston, MA: Little, Brown and Company, 1883.

PIETARINEN, Ahti-Veikko. Christine Ladd-Franklin’s and Victoria Welby’s correspondence with Charles Peirce. **Semiotica**, v. 196, 2013, pp. 139-61.

ROBIN, Richard S. (Comp.). **Annotated Catalogue of the Papers of Charles Sanders Peirce**, Amherst, MA: University of Massachusetts, 1967.

SWIFT, Jonathan. **Gulliver’s Travels**. Harmondsworth: Penguin, 2001 [1726].

TURING, Alan M. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. **Proceedings of the London Mathematical Society**, v. 2, n. 42, pp. 230-65, 1936. Disponível em: <cs.virginia.edu/~robins/Turing_Paper_1936.pdf>. Acesso em: 30/ago/2015.

VENN, John. On the diagrammatic and mechanical representation of propositions and reasonings. **Philosophical Magazine**, v. 10, n. 59, 1880, pp. 1-18.

VON NEUMANN, John. First draft of a report on the EDVAC. **Annals of theHistory of Computing, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**, v. 15, p. 27–75, 1993 [1945]. Disponível em: <virtualtravelog.net/wp/wp-content/media/2003-08-TheFirstDraft.pdf>. Acesso em: 6/jun/2014.