

JOGOS BOOLE: O DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO ATRAVÉS DE HISTÓRIAS LÓGICAS

Ana Maria Mello¹

Resumo

Tornar o ensino da lógica acessível a todos, inclusive às crianças, tem sido o objetivo dos Jogos Boole. Ao criar elementos lúdicos para estruturar matrizes, o professor Procópio Mello elaborava um método original para o desenvolvimento do raciocínio lógico. A manipulação do material concreto facilitou a compreensão das estruturas matemáticas. Resultado de um trabalho, desenvolvido há mais de 20 anos, a partir das observações em sala de aula, os Jogos Boole receberam a aprovação de outros educadores e a oportunidade de ser apresentado no Congresso Mundial de Professores de Francês, na Grécia em 1988. Participou, ainda, do Congresso Nacional de Professores de Francês em Montevideu e do XII Colóquio de professores em Paris em Julho de 2002. Desde, então, vêm recebendo a aprovação de educadores de todo o Brasil. A fonte de inspiração dos Jogos Boole é George Boole, um dos criadores da matemática utilizada nos computadores de hoje. O tratamento matemático adequado à solução de certos problemas é a Álgebra de Boole. As expressões desta álgebra podem ser executadas por um conjunto de circuitos denominados em eletrônica digital de portas lógicas. A estes circuitos elétricos pode-se dar o mesmo tratamento matemático dado a tabela verdade da teoria dos conjuntos, ou seja, a álgebra de Boole (a álgebra binária do ligado, desligado). As histórias apresentadas nos Jogos Boole têm como solução verdadeiras matrizes no sentido matemático do termo, isto é, quadros de fileiras e colunas conexas. Frente a um problema, tentamos, antes de tudo, imaginar as possíveis relações entre as variáveis e, depois, por meio da experimentação ou, se for o caso, do raciocínio puro, tentar combiná-las segundo um padrão sistemático, para então concluir qual ou quais dessas relações se mantêm como verdadeiras. Ao transpor suas reflexões para o universo do possível, o sujeito, a partir desta conquista, não mais limita suas análises apenas aos dados empíricos brutos. Tem, dessa forma, mais possibilidades de encontrar a solução de um problema, pois, além dos dados óbvios da realidade, encontra a seu dispor dados mais sutis, decorrentes de suas ações mentais

¹ Psicopedagoga e coordenadora de treinamento dos Jogos Boole
Email: boole@jogosboole.com.br

sobre o empírico. O raciocínio assim desenvolvido, com base nas relações das proposições e não nos seus conteúdos (verdadeiro ou falso), caracteriza-se por ser dedutivo. Assim, é possível construir proposições até contrárias aos fatos, em um sistema de múltiplas possibilidades. O pensamento operatório formal, não emerge espontaneamente. Nos Jogos Boole criamos situações nas quais os pesquisadores julgam estímulos provocadores na busca do desenvolvimento do pensamento e colocamos formas estratégicas pessoais no sentido do mesmo objetivo. Temos apresentado nosso trabalho e sensibilizado professores e educadores para a necessidade de trabalhar o raciocínio lógico de maneira sistemática, pois é este a base de todo aprendizado.

Palavras-Chave: Lógica. Raciocínio. Jogos.

Introdução

A fonte de inspiração deste trabalho é George Boole, um dos criadores da matemática aplicada nos computadores de hoje: a Álgebra Booleana. De acordo com a lógica de Boole, os interruptores criam circuitos que podem executar, tanto operações matemáticas, como lógicas. Utilizando esta álgebra, são capazes de trabalhar com informações que, na aparência, nada tem a ver com números e lógica. Podem tocar música, manipular imagens, digitalizando a informação, isto é, traduzindo-a em dígitos binários. Todos os computadores empregam o sistema de lógica, inventado por George Boole.

Antes deste, a linguagem interna, utilizada por alguns dos primeiros computadores era baseada no sistema decimal de numeração, conhecido há mais de 800, anos e que se constituiu, realmente, em um fantástico avanço em relação aos sistemas que o precederam. Entretanto, praticamente todo computador, desde a década de 50, usa o sistema binário em substituição ao decimal. Este contribuiu para que o conjunto dos circuitos tivesse eficiência muito maior e custo muito mais baixo. Os processadores centrais dos modernos computadores necessitam assumir apenas dois estados – ligado ou desligado. Uma proposição é verdadeira ou falsa, assim como um interruptor está fechado ou aberto, ou um dígito binário é um ou zero.

O surgimento da álgebra abstrata

As bases da lógica foram definidas por Aristóteles (384-322 a.C.). O lógico inglês George Boole (1815-1864) traduziu-a em uma linguagem algébrica: a “Lógica de Boole”. Piaget (1972) diz que o raciocínio é comum a todas as ciências e que um método que proponha seu desenvolvimento deve se apoiar num elemento de igual grandeza. Segundo ele, este elemento é a lógica.

O século XIX, mais do que qualquer período precedente, mereceu ser conhecido como a Idade Áurea da matemática. O que se acrescentou ao assunto, durante esses cem anos, supera de longe, tanto em quantidade, quanto em qualidade, a produtividade total de todas as épocas precedentes. O século foi, também, com a possível exceção da Idade Heróica na Grécia antiga, o mais revolucionário na história da matemática.

Em 1829, um novo mundo na geometria foi descoberto por Lobachevsky e, em 1874, o campo da análise fora assombrado pela matemática do infinito, introduzida por Georg Cantor, alemão nascido na Rússia. A França já não era mais o centro reconhecido do mundo matemático, embora tenha sido o país que viu deslanchar a carreira meteórica de Evariste Galois (1811-1832). O caráter internacional do assunto se percebe no fato de as duas contribuições mais revolucionárias na Álgebra terem sido feitas, em 1843 e 1847, por matemáticos que ensinavam na Irlanda. A primeira dessas foi a obra de Sir William Rowan Hamilton (1805-1865). A segunda, partiu, justamente, de George Boole (1815-1864).

A história da lógica pode ser dividida, com simplificação ligeiramente excessiva, em três estágios: (1) lógica grega, (2) lógica escolástica, e (3) lógica matemática. No primeiro estágio, as fórmulas lógicas consistiam de palavras da linguagem ordinária, sujeitas às regras sintáticas usuais. No segundo estágio, a lógica era tirada da linguagem ordinária mas caracterizada por regras sintáticas diferenciadas e funções semânticas especializadas. No terceiro estágio, procede de maneira oposta – primeiro ela constrói um sistema puramente formal, e só depois, procura uma interpretação na fala comum. Embora Leibniz seja às vezes considerado um precursor desse último ponto de vista, sua data de florescimento é, na verdade, o ano em que apareceu o primeiro livro de George Boole, bem como a *Formal Logic* de De Morgan. A obra de Boole, em particular, insistia que a lógica deveria ser associada à matemática.

A Álgebra de Peacock, de 1830, tinha sugerido que os símbolos para objetos na álgebra não precisavam indicar números e De Morgan arguia que as interpretações dos símbolos para operações eram também arbitrárias. Boole levou o formalismo a sua conclusão. A matemática já não estava limitada a questões de número e grandeza contínua. Aqui, pela primeira vez está, claramente, expressa a ideia de que a característica essencial da matemática é, não tanto seu conteúdo, mas a sua forma. Se qualquer tópico consiste na apresentação de símbolos e regras precisas de operação sobre esses símbolos, sujeitas apenas à exigência de consistência interna, tal tópico é parte da matemática.

Enquanto alguns matemáticos desenvolviam dois novos tipos de álgebra, uma terceira forma de álgebra, radicalmente diferente, estava sendo inventada por um inglês praticamente autodidata. Nascido de família modesta em Lincoln, Inglaterra, Boole tinha só instrução escolar comum; mas aprendeu grego e latim por conta própria, acreditando que esse conhecimento o ajudaria a melhorar sua condição. Durante seus primeiros anos como professor de escola elementar, Boole percebeu que precisava aprender mais matemática, e começou a estudar as obras de grandes matemáticos da época, além de línguas estrangeiras. Tornou-se amigo de De Morgan. O resultado foi que Boole, em 1847, publicou uma obra curta chamada *The Mathematical Analysis of Logic*, um pequeno livro que De Morgan viu estar destinado a marcar época. Embora a obra não tenha conseguido grande fama, foi, provavelmente, por causa desta que Boole, dois anos depois, acabou sendo nomeado professor de matemática no recém-fundado Queens College, em Cork, na Irlanda.

Um grande matemático e filósofo do século XX, Bertrand Russell, afirmou que a maior descoberta do século XIX foi a natureza da matemática pura. Segundo ele, esta descoberta foi feita por Boole e revelada em sua obra chamada *As Leis do Pensamento*. Nessa asserção Russell se refere a obra mais conhecida de Boole, publicada em 1854. Para ser mais preciso, seria melhor citar o livro anterior, de 1847, em que as mesmas ideias tinham sido apresentadas. *A Investigation of the Laws of Thought* de 1854 de Boole é um clássico na história da matemática, pois ampliou e esclareceu as ideias apresentadas em 1847, estabelecendo ao mesmo tempo a lógica formal e uma nova álgebra, chamada álgebra de Boole, ou álgebra dos conjuntos, ou álgebra da lógica. Boole usou as letras x , y , z , para representar subconjuntos de coisas-números, pontos, ideias, ou outras entidades escolhidas de um conjunto universal ou universo de discurso, cuja totalidade ele designava pelo símbolo ou

“número”. Boole mostrou que sua álgebra fornecia um algoritmo simples para raciocínios silogísticos.

A *Mathematical Analysis of Logic* (1847) e, a fortiori, *The Laws of Thought* (1854) contêm muito mais sobre a álgebra de conjuntos do que está aqui indicado. Em particular, a segunda obra inclui aplicações a probabilidades. Hoje, a álgebra booleana é largamente usada não só por matemáticos puros, mas também por outros que a aplicam a problemas de teoria da informação. As notações mudaram um pouco desde os dias de Boole, mas os princípios fundamentais são os estabelecidos por ele há mais de um século. Boole morreu em 1864, só dez anos depois de publicar suas *Laws of Thought*, mas o reconhecimento, inclusive um grau honorário da Universidade de Dublin, tinha-lhe vindo antes.

Mais importante até que sua lógica matemática era a concepção que Boole tinha da própria matemática. Boole escrevia:

Poderíamos com justiça tomar como característica definitiva de um verdadeiro Cálculo, que é um método que se apóia no uso de Símbolos, cujas leis de combinação são conhecidas e gerais, e cujos resultados admitem uma interpretação consistente... É com base nesse princípio geral que eu pretendo estabelecer o Cálculo da Lógica, e que reivindico para ele um lugar entre as formas reconhecidas da Análise Matemática (BOOLE, 1847, s.p).

A busca do pensamento formal

Frente a um problema, tenta-se antes de tudo, imaginar as possíveis relações entre as variáveis e, depois, por meio da experimentação ou, se for o caso, do raciocínio puro, tentar combiná-los segundo um padrão sistemático, para então concluir qual ou quais dessas relações se mantêm como verdadeiras. Ao transpor suas reflexões para o universo do possível, o sujeito, a partir desta conquista, não mais limita suas análises apenas aos dados empíricos brutos. Tem, dessa forma, mais possibilidades de encontrar a solução de um problema, pois, além dos dados óbvios da realidade, encontra a seu dispor dados mais sutis, decorrentes de suas ações mentais sobre o empírico. A dependência do real ao possível caracteriza este tipo de raciocínio como Hipotético-Dedutivo, e torna possível formular por exemplo a seguinte hipótese: “A neve é preta”. O raciocínio assim desenvolvido, com base nas relações das proposições e não nos seus conteúdos (verdadeiro ou falso), caracteriza-se por ser dedutivo. Assim, é possível construir proposições até contrárias aos fatos, em um sistema de múltiplas possibilidades. O pensamento operatório formal não emerge espontaneamente.

Em que consistem os jogos booleanos?

Procópio Mendonça Mello, há mais de 20 anos, constatou que o problema principal no ensino da matemática não era o conteúdo a ser desenvolvido, mas o raciocínio lógico, o que exigia um trabalho urgente e sequenciado desde as primeiras séries. Em sua prática de sala de aula, no *Laboratório de Matemática do Instituto Educacional João XXIII*, em Porto Alegre, elaborou o projeto que acabou resultando nos Jogos Boole. Estes tornam acessíveis aos leigos e, particularmente, às crianças que, muitas vezes sem perceber, acabam operando com simplicidade, um mundo complexo. As histórias apresentadas nos Jogos Boole têm como solução verdadeiras matrizes no sentido matemático do termo, isto é, quadros de fileiras e colunas conexas. As colunas correspondendo aos critérios característicos da estrutura predeterminada e as linhas correspondendo aos objetos de mesmas categorias (ou significações).

Os jogos consistem na aplicação das operações booleanas aos enunciados verbais, transformando estes em equações lógicas por intermédio da simbologia da álgebra booleana. A equação lógica é utilizada para descrever o funcionamento dos interruptores mecânicos, abertos ou fechados, necessários para fechar um circuito e gerar uma ação. A possibilidade de expressar problemas lógicos em forma matemática por meio de símbolos permite ao técnico ou ao engenheiro eletrônico uma melhor compreensão do funcionamento dos circuitos lógicos do computador. A sequência lógica dentro de um computador pode resultar mais clara se empregarmos expressões booleanas. A Álgebra Booleana se baseia em três ideias fundamentais:

1. Empregam-se símbolos para representar operações lógicas. Estas operações satisfazem as regras da lógica.
2. Estas regras se baseiam em um sistema de dois valores (1 e 0).
3. As operações lógicas podem se expressar em forma matemática utilizando símbolos ou expressões lógicas.

Com os Jogos Boole procuramos tornar acessíveis às crianças e aos leigos nestes assuntos as ideias expressas nesta álgebra. Construímos “histórias” que traduzem uma estrutura lógico-matemática como se fossem simples desafios. O objetivo ao trabalhar com a estrutura é desenvolver as formas de raciocínio lógico-matemático. Ora, conservamos a estrutura e mudamos o conteúdo, ora mantemos o conteúdo, e mudamos a estrutura.

Acreditamos que com este procedimento produzimos esquemas mentais que de algum modo desenvolvem a inteligência do manipulador do processo. Esta proposta metodológica não é recente. Há quatro séculos atrás, Montaigne (1961) questiona a capacidade de alguém de ensinar a atirar lanças, tocar flautas ou julgar, sem que tenha exercitado estas habilidades.

Seymour Papert (1988), um dos mais polêmicos teóricos da educação da atualidade, seguidor de Piaget que criou a linguagem LOGO, dizia que o educador deve atuar como antropólogo. Sua tarefa é entender que materiais, dentre os disponíveis, são relevantes para o desenvolvimento intelectual, identificando as tendências do mundo em que vivemos.

Louis Raths afirma:

O trabalho do professor é proporcionar experiências ricas. As oportunidades para pensar estão nesta categoria. Existe amplo reconhecimento verbal da importância do pensamento. Desejamos que nossas crianças pensem sozinhas, que se autogovernem, que sejam ponderadas e equilibradas em situações novas para elas, esperamos que sejam capazes de aplicar o conhecimento anteriormente obtido. Esperamos que sejam capazes de selecionar o certo e o errado na propaganda que se dirige a elas. Esperamos que apresentem ideias, novas invenções, novos sonhos. Esperamos que tenham uma atitude de reflexão em situações problemáticas. Por que desejamos tudo isso? Em parte porque pensamos que a sobrevivência depende de tais qualidades (RATHS, 1977, s.p.)

Os Jogos Boole vêm recebendo a aprovação de outros educadores e teve a oportunidade de ser apresentado no Congresso Mundial de Professores de Francês, na Grécia, em 1988, e no ano seguinte, para os pesquisadores da América Latina em Belo Horizonte. Além disso, participou do 1º Encontro de Informática Educativa do RS quando o Instituto Educacional João XXIII mostrou a aplicação dos Jogos Boole em suas salas de aula. Participou, ainda, do Congresso Nacional de Professores de Francês em Montevideu e do XII Colóquio de professores em Paris em Julho de 2002.

O objetivo geral dos Jogos Boole é o desenvolvimento do raciocínio lógico e os objetivos específicos são:

- a) Compreender as histórias propostas.
- b) Organizar as informações, sabendo distinguir dados essenciais dos acidentais.
- c) Resolver os enigmas que elas apresentam.
- d) Criar novos elementos e novas histórias, exercitando sua criatividade.

e) Estimular na criança o interesse para a descoberta.

A partir da manipulação das cartas, as crianças passam, progressivamente, do pensamento concreto ao pensamento abstrato. Jean Piaget (1949) afirma que o pensamento se desenvolve através de ações, não de palavras. Considerando que os sistemas de comunicação permitem o contato com uma imensa quantidade de informações, os Jogos Boole partem do princípio de que nos tempos de hoje é fundamental o ensino do processamento de dados.

O cérebro de amanhã

O cérebro tem sido uma “caixa preta”. Mas, é certo que uma nova fase se iniciou com a Dra. Maria Montessori, na disciplina livre e treinamento sensorial, realizado no início do século XX, com deficientes mentais em exames feitos na Itália, para a admissão de funcionários para serviços diversos. A fisiologia do cérebro sugere que o êxito dos métodos empíricos, empregados por aquela médica, se deveria à exploração simultânea dos caracteres individuais, e das propriedades comuns dos cérebros de seus alunos. Acharo-nos tão acostumados à mediocridade como sendo o meio aritmético das limitações de nossos vizinhos que mal podemos conceber o poder intelectual de um cérebro em sua plena capacidade. Já é tempo, sem dúvida, de que estudemos, também, as condições que favorecem o desenvolvimento do gênio versátil.

Há uma dupla dimensão nos argumentos, de um lado a matéria ou conteúdo e de outro a forma ou estrutura que é a dimensão mais importante desde o ponto de vista lógico. Segundo Bertrand Russell, ao comprovar a solidez de uma dedução se perde tempo atendendo a matéria porque é a forma que se deve examinar antes de tudo. A força de uma dedução está na sua forma. Em termos gerais, se é o argumento o utensílio que se utiliza de modo constante no discurso da vida ordinária, nas controvérsias políticas e nas provas científicas, parece que tem interesse e sentido a tarefa de estudar diferentes tipos de esquemas ou inventários de formas ou figuras abstratas de dedução e proceder a análise e classificação delas. É inquestionável que os sistemas axiomáticos são uma das características mais marcantes da matemática dos nossos dias. Um conjunto de axiomas é o resultado final de um longo período de elaboração de uma teoria, não o começo. Pensar de modo axiomático é um processo sofisticado e abstrato, que não se pode impor como sistema de trabalho, porque nem todas as pessoas vão ser matemáticos profissionais.

A matemática não pode começar a ser ensinada com um teorema pronto, mas por situações. Os resultados só serão obtidos pela descoberta, criação, erro, etc. Podemos começar pôr um quebra-cabeça, um problema resolvido anteriormente ou não. A matemática envolve um processo de abstração que começa por uma situação concreta, em que se busca reconhecer as estruturas que lhe envolvem e, muitas vezes, resolver outros problemas com as mesmas estruturas.

Nos Jogos Boole nosso interesse é no processo total e não meramente nas técnicas de operações internas de um sistema. No mundo contemporâneo, não podemos ignorar o método axiomático e acreditamos que os processos que utilizamos são eficazes para desenvolver a necessária compreensão deste método. A história nos mostra que a revolução pela qual atravessa a matemática não está afetando somente seus mais profundos conceitos mas também seus fundamentos. No passado, a matemática tratava principalmente de números, hoje trabalha com estruturas. Em nenhum momento de sua história, a matemática apresentou tantos problemas, fez tantas exigências ou ofereceu tantas oportunidades.

A lógica dos Jogos Boole

A análise lógica das histórias que são apresentadas nos Jogos Boole mostra, ainda que não de forma explícita, conceitos lógicos elementares. Estão por trás das histórias as ideias de inclusão, exclusão, conjuntos, adições e produtos lógicos representados pelos operadores E, OU e NÃO (AND, OR, NOT) fundamentais na informática. Estão, ainda, subentendidas as leis clássicas da lógica (Modo Ponendo Ponens e Modo Tollendo Tollens). Estas e outras ideias, leis e regras não são necessariamente explicitadas aos principiantes no assunto e menos ainda as crianças que não tenham os pré-requisitos inerentes ao seu desenvolvimento mental, condicionado a biologia (genética) e a sua socialização (meio e esquemas mentais rudimentarmente elaborados).

Ultimamente, se investigam novos campos de aplicação das matemáticas: a elaboração de programas para computadores, aspectos da cibernética, a matemática para economia, a linguística matemática, etc. O domínio destes campos e da matemática clássica exige novos procedimentos e abstrações. Os Jogos Boole estão inseridos neste contexto quando tratam da conversão da linguagem em álgebra, no estudo dos sistemas de numeração (decimal, binário) e na utilização de um problema clássico (Quadrados Mágicos) nos processos de pensamento (aleatório, heurístico, algorítmico).

Nos Jogos Boole oferecemos desafios à imaginação para que surjam inspirações para a criatividade pedagógica. Hoje, devido aos avanços da própria matemática, bem como das tecnologias, vários assuntos precisam ser reexaminados e enunciados de outra forma. Assim como é necessário introduzir temas que não possuíam a importância que tem agora. O raciocínio lógico, sem dúvida, está entre estes.

REFERÊNCIAS

BOOLE, George, **The mathematical Analysis of logic**, Chicago: Thoemmes Press, 1998.

MONTAIGNE, Michel Eyquem de. **Os Ensaíes**. Porto Alegre: Editora GLOBO, 1961.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**: São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

PIAGET, Jean. *Essai de Logique Opératoire*, Paris : Dunod, 1972.

RATHS, Louis et al. **Ensinar a pensar – Teoria e aplicação**. São Paulo: EPU, 1988.

TEIXEIRA, Anísio, ROCHA E SILVA, Maurício. **Diálogo sobre a lógica do conhecimento**. Editora Edart. São Paulo, SP, 1968.