

## IDEIAS FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA: O PAR CAUSALIDADE/ALEATORIEDADE

**Nílson José Machado**

Universidade de São Paulo

Faculdade de Educação

[njmachad@usp.br](mailto:njmachad@usp.br)

[www.nilsonjosemachado.net](http://www.nilsonjosemachado.net)

### Resumo

Da noção de número até os fundamentos do cálculo, dos algoritmos computacionais aos conceitos estatísticos, as ideias matemáticas alimentam-se permanentemente de pares de fontes complementares, como os acima mencionados. Entretanto, existe um desequilíbrio patente na apresentação dos mesmos na escola básica, com uma notável subestimação de alguns dos elementos dos pares referidos. A presença da ideia de aleatoriedade nos currículos certamente não é proporcional a sua importância. Argumentar sobre a necessidade da busca do equilíbrio e da simbiose em cada um dos casos citados, particularmente no que se refere ao par determinístico /aleatório, é o tema do presente seminário.

### Notas esparsas

1. O conhecimento, em todas as áreas, constrói-se a partir de pares conceituais aparentemente antagônicos, como verdadeiro/falso, ordem/desordem, vida/morte, concreto/abstrato, para citar apenas alguns. Em cada caso, a questão fundamental não é a escolha de um dos elementos do par, em detrimento do outro, mas a situação dos referidos elementos em determinado contexto, o que nos leva a assumir posições, ou a tomada de decisões em cada circunstância específica. Em geral, em cada contexto, as posições ou decisões decorrem da interseção de várias aparentes dicotomias, e não apenas de uma delas.
2. Na caracterização da ideia de competência, por exemplo, três pares de elementos conceituais são fundamentais: eu/outro, concreto/abstrato, análise/síntese. Na perspectiva do aluno, tais elementos correspondem aos pares expressão/compreensão, contextualização/extrapolação, argumentação/decisão; na do professor, correspondem aos pares autoridade/tolerância, mediação/mapeamento, tecedura/fabulação.
3. A própria vida constitui-se a partir da aparente dicotomia Jogo/Projeto: entre a sedutora irresponsabilidade do jogo e a tentação controladora do projeto, obramos, vivemos, fazemos a nossa parte, e entregamos o resto ao determinismo do destino, ao fatalismo da sorte, ou a desígnios de diferentes tipos. Na verdade, o cálculo estratégico e o risco são inerentes tanto ao jogo quanto ao projeto: um projeto “condenado” ao sucesso não é um projeto em sentido próprio, assim como não o é um jogo cujo resultado é totalmente independente das ações estratégicas do jogador.
4. Na Matemática, são fundamentais pares conceituais como discreto/contínuo, finito/infinito, exato/aproximado, determinístico/aleatório, entre outros. Cada um deles encontra-se diretamente relacionado à construção do conhecimento matemático, dos mais elementares aos mais avançados, da noção de número aos fundamentos do cálculo, da geometria elementar aos conceitos topológicos, da combinatória aos conceitos estatísticos. Avançando um pouco mais nesse diagnóstico, René Thom (1985) chega mesmo a afirmar que “todo o esforço de constituição de uma disciplina estaria ligado à resolução de uma aporia fundadora:

preencher o buraco escancarado, objetivo da pregnância constitutiva, com objetos derivados, fruto do acaso histórico, dos riscos da descoberta...” No caso da Matemática, a aporia fundadora seria “reconciliar a intuição imediata do contínuo com a generatividade – necessariamente discreta – das operações...”

5. A toda hora, todos os dias, vivemos o embate do par determinístico/aleatório, em nossas ações mais ordinárias. Da previsão do tempo às notícias sobre o trânsito, passando pelas cotações da Bolsa e pelas variações de nossos humores, o modo como tomamos algumas das decisões mais importantes de nossas vidas (namorar ou casar, por exemplo) encontra-se frequentemente impregnado pelo acaso. A Estatística surge como recurso para a projeção em situações onde o acaso predomina, mas a domesticação do acaso não significa, em hipótese alguma, a aniquilação do mesmo.
6. A Estatística ocupa, na Escola Básica, um lugar muito menos destacado do que aquele que sua importância teórica deveria determinar. Nos documentos curriculares oficiais, fala-se com frequência em “Tratamento da Informação”, o que corresponde a abrir-se pequenas janelas para alguns conteúdos de Estatística. Na verdade, no entanto, todos os conteúdos disciplinares da Escola Básica poderiam – e deveriam, a nosso ver – ser considerados “tratamento da informação”, uma vez que a escola é, fundamentalmente, um espaço para a transformação da informação em conhecimento.
7. Os meios de comunicação em geral, e especialmente os computadores, são tributários de uma Teoria Matemática da Informação (Shannon, 1948), inteiramente fundada em conceitos estatísticos. A medida da quantidade de informação de uma mensagem em bits, por exemplo, constitui um tema especialmente interessante para a apresentação de noções como média, esperança matemática, entropia de um repertório. Somente tal fato já justificaria plenamente uma apresentação das idéias básicas de probabilidades e estatística na Escola Básica.
8. De modo geral, na Escola Básica, o discreto, o infinito, as aproximações e o aleatório deveriam ocupar um lugar muito mais destacado do que aquele que usualmente ocupam, uma vez que a tensão entre os polos de pares aparentemente antagônicos, mas efetivamente complementares, constitutivos das “aporias fundadoras” reconhecidas por Thom, é o motor que impulsiona a construção do conhecimento matemático, em todas as suas vertentes.
9. O cerne do par determinístico/aleatório encontra-se na ideia de certeza. A incerteza já significou ausência de conhecimento; hoje, no entanto, situa-se no coração do conhecimento mais rigoroso. Acordamos do sonho do determinismo laplaciano com os acordes de Heisenberg e Gödel. Descobrimos outras vias de conhecer, outros temas “prováveis”, mesmo sem certezas ou determinações. A simbiose entre a incerteza e a previsão rendeu frutos notáveis na Teoria Cinética dos Gases, por exemplo.
10. Entre o jogo e o projeto, o risco e a determinação, a incerteza inevitável e o conforto de putativas certezas decorre a vida. Resumir toda a temática ao par certo/incerto é infantilizar a discussão. Até uma *boutade* como “Para quem está vivo, a morte é a única certeza” pode ser relativizada: a que morte nos estamos referindo? Que sabemos sobre a morte? Permanecemos vivos na memória dos entes queridos ou das ações realizadas tal como o ovo permanece na omelete? Nas calçadas da vida, o certo e o incerto passeiam de mãos dadas...

---

#### BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

ATLAN, Henri - *O Livro do Conhecimento* (V. I – As centelhas do acaso e a vida; V. II – As centelhas do acaso – Ateísmo das Escrituras). Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

\_\_\_\_\_ - *Entre o cristal e a fumaça*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1992.

CALVINO, Italo - *As cosmicômicas*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

MACHADO, N. J. e MACEDO, L. – *Jogo e Projeto*. São Paulo: Summus Editora, 2006.

MACHADO, N. J. – *Educação: competência e qualidade*. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

MACHADO, N. J. – *Ética e Educação*. São Paulo: Ateliê, 2012.

SHANNON, E. e WEAVER, W. – *The mathematical theory of communication*. Urbana: The University of Illinois Press, 1964 (1948).

THOM, René - *A aporia fundadora das Matemáticas*. In: Enciclopédia EINAUDI, V.43. Porto: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 2001.

\_\_\_\_\_ - *Parábolas e Catástrofes*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1985.