

# **Examinando uma técnica algorítmica: o classificador de bayes como uma leitura interessada da realidade**

## **Scrutinizing an algorithmic technique: the Bayes classifier as interested reading of reality**

**Bernhard Rieder**

Universidade de Amsterdã e Digital Methods Initiative  
Amsterdã, Holanda

## Resumo

Este artigo descreve a noção de “técnica algorítmica” como um meio-termo entre algoritmos concretos, algoritmos implementados e a crescente área de estudos e teorizações sobre software. As técnicas algorítmicas especificam princípios e métodos para realizar atividades em um meio de software. Portanto, estes princípios e métodos constituem unidades de conhecimento especializado no âmbito da criação e desenvolvimento de softwares. Neste estudo, proponho que as técnicas algorítmicas são um objeto adequado de estudo nas áreas de ciências sociais e humanas, visto que elas capturam os princípios e técnicas centrais que se escondem detrás de softwares e raramente utilizam uma linguagem ou são descritas de forma acessível. Para propor meu estudo de caso, eu concentro o foco de análise no campo da ordenação informacional. Em primeiro lugar, discuto a ampla trajetória histórica do raciocínio formal ou “mecânico” aplicado a questões comerciais e governamentais. Em segundo lugar, foco minha investigação em uma técnica algorítmica específica: o classificador de Bayes. Essa técnica é explicada através da leitura da obra original de M. E. Maron escrita no começo dos anos 1960. A obra é apresentada como uma maneira de sujeitar uma realidade empírica e “dataficada” a uma leitura interessada que atribua significado para cada variável na relação com um objetivo operacional. Após a discussão sobre o classificador de Bayes em relação a questões de poder, o artigo retoma sua motivação inicial e defende uma crescente atenção às técnicas algorítmicas nos estudos de software.

## Abstract

This paper outlines the notion of ‘algorithmic technique’ as a middle ground between concrete, implemented algorithms and the broader study and theorization of software. Algorithmic techniques specify principles and methods for doing things in the medium of software and they thus constitute units of knowledge and expertise in the domain of software making. I suggest that algorithmic techniques are a suitable object of study for the humanities and social science since they capture the central technical principles behind actual software, but can generally be described in accessible language. To make my case, I focus on the field of information ordering and, first, discuss the wider historical trajectory of formal or ‘mechanical’ reasoning applied to matters of commerce and government before, second, moving to the investigation of a particular algorithmic technique, the Bayes classifier. This technique is explicated through a reading of the original work of M. E. Maron in the early 1960 and presented as a means to subject empirical, ‘datafied’ reality to an interested reading that confers meaning to each variable in relation to an operational goal. After a discussion of the Bayes classifier in relation to the question of power, the paper concludes by coming back to its initial motive and argues for increased attention to algorithmic techniques in the study of software.

## Palavras-chave

Técnicas algorítmicas. Classificador de Bayes. Estatística. Relações de poder.

## Keywords

Algorithmic Techniques. Bayes classifier. Statistics. Power relations.

## Introdução

Desde a popularização da Internet, os procedimentos algorítmicos para recuperação, ordenação e filtragem de informações vêm sendo o foco de atenção de especialistas em Ciências Sociais e Humanas. Os buscadores são um dos exemplos mais notáveis. Sua imensa popularidade tornou a discussão dos procedimentos de classificação relevantes para um público mais amplo, e estabeleceu o campo de estudos sobre pesquisa na *web* (ZIMMER, 2010), o que indica um interesse contínuo da comunidade acadêmica. A *web* também fornece muitas outras instâncias em que os algoritmos selecionam, hierarquizam, sugerem, e realizam outras atividades: os vendedores *online* fazem “recomendações” automáticas de produtos; *sites* de encontros calculam os coeficientes de “compatibilidade” entre os membros e os organizam de acordo com isso; os agregadores de notícias geram páginas iniciais de acordo com níveis de “importância”; os serviços de redes sociais filtram as atualizações de *status* de amigos baseadas em métricas de “proximidade”; e, os serviços de microblogging dão destaque a *trending topics* baseados em picos repentinos de atividade. Os termos entre aspas destacam que estamos lidando com tarefas culturais e, portanto, altamente ambíguas, expressas e delegadas a processos maquínicos.

Um livro popular de Eli Pariser (2011, p.72) enumera muitos outros casos de “classificação algorítmica” e argumenta que a tendência de personalizar a informação oferece o risco de nos fecharmos “filtros bolha” que nos restringem a “informações que estão em conformidade com as nossas ideias de mundo” (*idem*, 2011, p. 52). Embora a opinião de Pariser sobre o fenômeno seja limitada em termos de evidências, o livro tem o mérito de ter apresentado para um público amplo um fenômeno que sem dúvida é real e significativo: processos algorítmicos - e os amplos

arranjos nos quais estão inseridos - têm de fato começado a “transformar o mundo que vivemos ao controlar o que vemos e o que não vemos” (PARISER, 2011, p.48).

Entretanto, continua existindo um contraste entre o diagnóstico cada vez mais aceito de que o “software estrutura e possibilita grande parte do mundo contemporâneo” (FULLER, 2008, p.1) e a atenção dada a casos específicos e métodos precisos. Se o software realmente se tornou uma técnica de poder ou, precisamente, um meio para projetar e implementar técnicas complexas para “conduzir condutas” (FOUCAULT, 2004a, p. 192), é desconcertante que a análise crítica de objetos técnicos concretos, procedimentos, e práticas sejam extremamente raras. Assim como Pariser, é comum que os estudiosos das ciências humanas e sociais prefiram teorizar os efeitos sociais e políticos do software ao invés de examinar as lógicas e arranjos técnicos que os enunciados algorítmicos produzem. Os estudos de software e outros campos relacionados ao tema começaram a desenvolver este tipo de trabalho com foco na linguagem algorítmica, no código, ao contrário da *literatura* algorítmica, que são programas projetados e escritos com configurações específicas e objetivos concretos. Embora a compreensão do primeiro tema seja crucial, o panorama atual dos softwares existentes não segue teleologicamente a perspectiva da mera existência de máquinas de computação e linguagens de programação. O software, assim como uma linguagem, permite a expressão e a mecanização de uma ampla gama de ideias e objetivos, mesmo que seus princípios básicos, e suas convenções e conhecimentos históricos acumulados estruturam certos resultados.

Alguns dos esforços mais promissores para “estudar o algoritmo” (LAZER et al., 2014, p.1205) vieram de jornalistas que adaptaram suas tradicionais investigações para “relatórios de responsabilidade algorítmica” (DIAKOPOULOS, 2015, p.398), usando técnicas de engenharia reversa

para reconstruir procedimentos de decisão. Os métodos de pesquisa emergentes para a auditoria de algoritmos apontam para uma direção similar (cf. CUSTERS et al., 2013; SANDVIG et al., 2014; SWEENEY, 2013). Mas existem limites para o que se pode inferir do exterior, já que por conta de sua arquitetura, sistemas de informação são frequentemente complexos e adaptativos. No entanto, esses sistemas que não surgem de um vácuo intelectual. Partindo da observação de que o desenvolvimento de procedimentos algorítmicos tem como base ricos reservatórios de conhecimento disponibilizados por disciplinas como ciência da computação e engenharia de software, este artigo formula uma abordagem para a análise de software que se posiciona entre a teorização ampla e a investigação empírica de aplicações concretas de algoritmos de ordenação informacional. Esse meio-termo gira em torno do conjunto finito de abordagens bem conhecidas para a filtragem e classificação de informações que sustentam a maioria dos sistemas em funcionamento. Proponho chamar esses métodos padronizados, que estão no centro da prática de desenvolvimento de software e da educação em Ciências da Computação, de técnicas algorítmicas.

Na verdade, aprender a programar, no sentido de dominar uma linguagem de programação, é apenas uma pequena parte da educação em informática no nível universitário. Uma porção ainda maior se concentra nas diferentes técnicas, geralmente de matemática aprofundada, que podem ser expressas com códigos, e como aplicá-las aos notórios “problemas do mundo real” que os estudantes podem encontrar em um contexto profissional concreto. Técnicas algorítmicas são, portanto, unidades de conhecimento especializadas no campo da produção e desenvolvimento de software. O que Wing (2006) e outros pesquisadores chamaram de pensamento computacional é precisamente isso: a capacidade de abstrair de uma situação concreta para um nível onde técni-

cas algorítmicas familiares possam ser implementadas. Isso coloca os especialistas<sup>1</sup> em software em consonância com outros especialistas em métodos, como métodos estatísticos, pesquisadores operacionais, ou consultores, que dominam um conjunto de métodos e procedimentos que são aplicados facilmente em diversas situações.

Ainda que as técnicas algorítmicas sejam, em última instância, destinadas à implementação de softwares, muitas vezes elas surgem com ideias que têm pouco a ver com a Computação. Por exemplo, não há nada intrinsecamente computacional sobre noção que mensagens *spam* podem ser identificadas pela inspeção do seu conteúdo textual. A proposta de Graham (2002) para utilizar um classificador estatístico que trata cada palavra em uma mensagem como um indicador de “possibilidade de spam” transporta essa forte intuição inicial para um território computacional, ainda que os programas possam implementar a ideia de várias maneiras. O termo “classificador estatístico”, no entanto, aponta não apenas para um espaço amplo na teoria da probabilidade, mas também para uma lista de técnicas algorítmicas bem documentadas para a realização de classificações estatísticas.

Cada técnica gira em torno de uma ideia central, um núcleo conceitual que normalmente é estabelecido através da combinação de linguagem natural e notação matemática. A técnica fornece uma lógica geral e especificações de cálculo formal, mas para que a implementação efetiva desses elementos em um sistema funcione efetivamente, requer que muitas decisões sejam tomadas em relação às unidades que serão consi-

1 Existem diferenças consideráveis entre os tipos de “fabricantes de software”, mas todos eles empregam técnicas algorítmicas de diversas maneiras. As técnicas de ordenação informacional que este artigo aborda resultam de atividades intensivas de pesquisa acadêmica em Informática e Ciência da Computação, mas que agora estão disponíveis para a maioria dos desenvolvedores de software através de bibliotecas de software e por conta da extensa documentação existente.

deradas: a especificação dos parâmetros que serão utilizados; os ajustes que deverão ser feitos; os resultados que serão produzidos, e assim por diante. Eu argumentaria que a manifestação mais concreta da acumulação de conhecimento em Ciência da Computação e disciplinas relacionadas é a disponibilidade de um arquivo de técnicas cada vez maior, pronto e acessível para aqueles que sejam suficientemente habilidosos para aplicá-las. Codificar, então, é uma forma de expressar essas técnicas em termos que um computador possa entender, e os algoritmos concretos são o resultado de encontros situados entre ambientes de computação, técnicas algorítmicas e requisitos locais. Acredito que a investigação crítica sobre softwares e os vários papéis sociais que desempenham pode se beneficiar substancialmente de um entendimento aprofundado das técnicas algorítmicas. Para desenvolver esse argumento com mais detalhes, proponho investigar um exemplo específico do campo da ordenação informacional.

A menção da filtragem de *spam* já aponta para a técnica que vou examinar mais de perto neste artigo, uma vez que os *classificadores bayesianos* são normalmente usados para este tipo de tarefa. Também conhecidos como filtros Bayesianos, os classificadores de Bayes apontam para a observação de que tarefas como pesquisa, classificação e filtragem estão intimamente relacionadas em uma perspectiva técnica (cf., BELKIN; CROFT, 1992). Portanto, utilizo o termo “*ordenação informacional*” para abordar essas práticas como um todo. Os classificadores de Bayes fornecem um método específico para fazer uso da inferência estatística na classificação de um novo elemento, por exemplo, um e-mail recebido, baseado em um modelo de decisão derivado de elementos previamente categorizados, por exemplo, mensagens já marcadas como *spam*. Existem três razões principais para escolher esta técnica específica. Primeiro, os

classificadores de Bayes são um *pars pro toto*<sup>2</sup> para a ordenação informacional contemporânea. Na medida em que eles são probabilísticos (suas classificações não são binárias, mas sim medidas em níveis de certeza), adaptáveis (eles “aprendem” a partir da experiência) e apropriados para personalização, permitem uma discussão sobre aspectos centrais para o campo mais amplo de aprendizagem de máquina. Em segundo lugar, os princípios que os classificadores de Bayes se baseiam são suficientemente simples de serem definidos, não requerendo familiaridade com probabilidade matemática. Em terceiro lugar, os filtros bayesianos estão envolvidos em umnexo histórico - as técnicas iniciais para recuperação de informações e mineração de texto - que está intimamente relacionado com suas aplicações politicamente relevantes no presente, servindo assim de forma instrutiva para a argumentação teórica mais ampla que pretendo fazer. Enquanto os classificadores de Bayes são em primeiro lugar apenas uma das muitas técnicas aplicáveis às tarefas que nos levam a questionar o poder social dos algoritmos, como a filtragem de conteúdo ou recomendação, e avaliação automatizada de crédito ou qualificação para um emprego, eles também representam instâncias para uma *leitura interessada* de uma realidade empírica e “*dataficação*”<sup>3</sup> que atravessa esses exemplos.

Enfrentar a questão do poder social dos algoritmos através do exame crítico de uma técnica em particular implica um desvio significativo de abor-

2 Nota dos tradutores: a expressão significa o mesmo que uma metonímia, ou seja, tomar um termo para designar o significado de um dado referente com o qual guarde uma relação semântica ou conceitual.

3 Eu uso este termo referência à noção de “*dataficação*” de Mayer-Schönberger e Cukier: “os dados referem-se a uma descrição de algo que permite gravar, analisar e reorganizar. [...] Para dataficação um fenômeno é necessário colocá-lo em um formato quantificado para que possa ser tabulado e analisado” (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013, p.78). Eu considero que a dataficação não é um processo neutro, mas como sempre implica uma seleção proposital, ou seja, concepção e mediação.

dagens mais comuns que discutem “algoritmos” de forma ampla, generalizando a vasta diversidade de técnicas existentes, ou de abordagens que examinam um domínio de aplicação específico (como a filtragem de conteúdo ou avaliação de crédito) ou uma plataforma (por exemplo, o Facebook) em que os algoritmos desempenham um papel crucial. No entanto, a abordagem desenvolvida neste artigo está alinhada com a forma específica na quais técnicas algorítmicas podem ser ao mesmo tempo diversas e gerais: enquanto todas as técnicas implicam uma maneira particular de realizar ações, é comum que elas possam ser aplicadas em uma ampla gama de domínios, caso esses domínios possuam certos requisitos básicos. Como eu apresentarei com mais detalhes abaixo, esses requisitos podem ser bastante gerais: para a aplicação de um classificador de Bayes, por exemplo, é apenas necessário apertar as entidades para classificá-las na forma de objetos que possuam propriedades quantificáveis. Assim como decidir sobre o mecanismo de feedback ou de “supervisão” para treinar o modelo estatístico. Portanto, além de e-mails, uma entidade pode ser praticamente qualquer coisa, o que inclui pessoas, situações e ideias.

Existem basicamente três posições ideais e típicas a serem tomadas quando se trata de avaliar o significado político do que há muito foi chamado de “informatização”, um termo com bela simplicidade utilizado para capturar a reconfiguração digital da qual tantas práticas se tornaram dependentes. A primeira posição considera que os computadores, os softwares e os especialistas associados a eles seguem uma lógica singular, por exemplo, a da razão instrumental. Se considerarmos essa razão instrumental inadequada, a luta política gira em torno da contenção ou reversão da informatização. Essa atitude se manifesta no trabalho de pensadores como Heidegger e Illich, ou, de forma mais recente, no estudo de Golumbia (2009) sobre o “computacionalismo” (*computationalism*). A segunda posição vê a tecnologia apenas como um epi-

fenômeno de forças sociais ou econômicas, o que significa que estudar essas próprias forças nos diria tudo o que precisamos saber. Nem o construtivismo social, em um nível micro, nem a crítica marxista, no nível macro, verificariam uma necessidade particular de estudar técnicas algorítmicas em detalhadamente, pois são consideradas consequências e não causas. Embora a tecnologia possa tornar-se relevante através da reificação ou do aumento da produtividade, os lugares reais de luta estão em outra parte. Uma terceira posição, no entanto, sustenta que a tecnologia da informação pode ter um significado político considerável sem necessariamente encapsular uma lógica singular. Isso significa que diferentes formas de informatização são concebíveis. Nesta posição, os computadores e os softwares são certamente entendidos por representar sua própria “substância”, mesmo que sua especificidade não se baseie em uma marca ideológica singular, mas nas formas particulares que representam e intervêm no mundo.

Essa posição implica em uma reforma e uma participação crítica que pode ser encontrada em campos como o movimento sobre “valores no design” (NISSENBAUM, 2005) ou no trabalho de Philip Agre (1997). Se alguém defende uma das duas primeiras posições, há poucas razões para examinar técnicas particulares em detalhe, pois tudo pode ser considerado mera expressão de grandes lógicas ou ideologias. No entanto, a terceira posição considera que as técnicas de exame são importantes, pois conduzem a uma compreensão não só do que elas realmente fazem e da forma como o fazem, mas também do que elas poderiam fazer ou do que elas poderiam fazer diferentemente. Se o software é visto como uma forma genuína de expressão e intervenção cultural, o horizonte conceitual mobilizado em artefatos técnicos é um objeto relevante de estudo para as Ciências Humanas e Sociais, bem como um lugar para a afirmação e disputa política.

Este artigo adota enfaticamente a terceira posição, mas se esforça para permanecer sensível

aos argumentos apresentados pelas outras duas. Apesar da minha breve e redutora apresentação, não devemos deixar de lado nem os efeitos homogeneizadores dos princípios, ideias e convenções informacionais, nem o seu profundo emaranhamento com configurações sociais e econômicas maiores. A escolha por trabalhar com a terceira posição não pode ser entendida como algo dado, há uma necessidade de criar, identificar, articular e defender essa escolha. Com esse espírito, uso o exemplo do classificador de Bayes tanto como meu caso estudo como para defender meu argumento.

No entanto, discutir uma técnica que produz um modelo de decisão baseado no encontro entre dados e *feedback* exige uma introdução mais ampla. Quando os editores Joseph Becker e Robert M. Hayes (1963, p. V) inauguraram a *Information Sciences Series*, uma influente série de livros publicada por Wiley & Sons a partir de 1963 com a afirmação de que “a informação é o ingrediente essencial na tomada de decisões”, eles ligaram explicitamente a jovem disciplina ao pragmatismo orientado por objetivos de pesquisa de gestão e operações, ao invés de se associarem ao ideal científico de análise e descrição desinteressada. Isso aponta para uma tradição de aplicação do raciocínio formal ou “mecânico” a questões comerciais e governamentais que compartilham poucas ideias com a famosa álgebra do pensamento de Leibniz e com o puro universalismo da lógica matemática que muitas vezes é enfatizado em histórias sobre a Computação. Mas a aplicação do cálculo para questões práticas e, em particular, para o gerenciamento do aumento do tamanho e da complexidade organizacional (BENIGER, 1986) tem uma longa história que culmina com o surgimento de estatísticas como a maneira predominante de olhar e agir em um mundo visto como dinâmico e opaco.

## **Estatística e realismo contábil**

Embora a interface entre cálculo e raciocínio tenha sido amplamente estudada através da história do “nobre” campo da lógica, foi nas arenas obscu-

ras do comércio e do governo que a Computação se tornou uma técnica aplicada para a tomada de decisões. O advento da contabilidade de dupla entrada no século XV e a circulação de *algorismi* - manuais para aprender aritmética aplicada - permitiram o crescimento no comércio de longa distância, no qual grandes navios e rotas mais longas exigiram entidades organizacionais maiores que, por sua vez, demandaram meios necessários para gerenciar esta complexa logística e compartilhar a cota de riscos e lucros. Portanto, foi esta “informatização elevada para o status de uma ciência empírica” (SWETZ, 1987, p. 295) que forneceu ferramentas robustas para controlar e decidir, e assim estabilizou, padronizou e sistematizou como os comerciantes deveriam gerenciar seus negócios e interagir com seus pares. A incerteza não foi eliminada, mas se quantificou como risco, exigindo seguro contra perdas ao invés da tentativa de evitá-las. A *Política Aritmética (Political Arithmetik)* de William Petty (1655) é notável por aplicar essas técnicas comerciais a questões governamentais, ou seja, por gerar recomendações concretas sobre investimento público e organização econômica com base no que hoje chamamos de análise custo-benefício. Estatística, como o nome indica, está profundamente interligada com tentativas de desenvolver uma “Ciência do Estado”, ou seja, um meio racional de governar, gerenciar e decidir.

Até hoje, o termo estatística manteve um duplo significado. Por um lado, refere-se à coleta de fatos ou dados, que, no século XIX, se transformou em uma “avalanche” (HACKING, 1990, p.2) ou “dilúvio” (COHEN, 2005, p. 113) de números tabulados relacionados a diversos temas e sujeitos. Este tipo de “descrição por números” é o que queremos dizer quando falamos sobre estatísticas de acidentes ou de emprego. Por outro lado, “em 1889, os usuários de estatística [...] ficaram descontentes com a mera apresentação de fatos numéricos e procuraram por métodos de análise mais refinados” (GIGERENZER et al., 1989, p. 58), o que levou ao surgimento de uma série de técnicas matemáticas usadas para analisar

e encontrar padrões nos dados coletados. Por exemplo, as dependências entre variáveis. Ambos os significados se referem a práticas epistêmicas, isto é, práticas baseadas na produção e na definição de conhecimento. No entanto, definição de conhecimento é o que efetivamente mobiliza o raciocínio mecânico em seu sentido mais completo, como uma transformação puramente formal de um conjunto de símbolos em outro que produz, no processo, um excedente epistêmico. A detecção de um nível significativo de correlação entre duas variáveis não é simplesmente uma “apresentação de um fato numérico”; e sim uma operação cognitiva que gera *interpretação* da relação entre números e, por extensão, entre o mundo que eles pretendem descrever.

Ao mesmo tempo, a estatística está ligada a uma determinada classe de problemas ou de “problematização”, ou seja, as formas específicas de apresentar e enquadrar coisas como problemas (FOUCAULT, 1984, p. 17). Como um subcampo das matemáticas, a estatística fornece técnicas de raciocínio para situações em que variadas entidades se comportam de tal maneira que não podem mais ser explicadas por uma única unidade. Por exemplo, a mecânica estatística se materializou quando ficou claro que uma descrição de um comportamento empírico dos gases com base na medição de moléculas individuais seria totalmente impossível. Da mesma forma, como observa Foucault (2004b, p. 107), o estudo das epidemias e das dinâmicas econômicas no século XIX abalou o domínio da família como modelo de compreensão e regulação da sociedade. Em vez disso, a população surgiu como uma entidade conceitual adequada, vista como uma entidade capaz de gerar fenômenos e dinâmicas que não poderiam ser reduzidas às suas partes constituintes. Tanto as moléculas como as pessoas não podem mais ser descritas em termos deterministas quando encontradas como “múltiplos vivos” (MACKENZIE; MCNALLY, 2013). Em ambos os casos, a estatística resolveria a suposta contradição entre incerteza e controle (HACKING, 1990) ao fornecer conceitos

e técnicas para raciocinar com e sobre múltiplos. A estrutura e as dinâmicas de conjuntos de entidades e casos similares, porém cambiantes, tornam-se, ao mesmo tempo, *explanandum* e *explanans*. A estatística reconhece o problema dos múltiplos como uma característica definidora do mundo e desenvolve noções como a regularidade e variação, distribuição e tendência, ou dependência e correlação para examinar, descrever e atuar sobre isto.

É secundário aceitar plenamente ou não a validade e utilidade dos conceitos e ferramentas estatísticas; o que conta é que o raciocínio estatístico, bem antes do advento dos computadores, tornou-se uma forma aceita e “confiável” (PORTER, 1995) de se relacionar com o mundo, tanto em termos de compreensão (interpretação) quanto de intervenção (tomada de decisão), seja “nas operações de governo, ao gerir negócios e finanças, nas atividades de ciência e engenharia e até mesmo em alguns aspectos da vida cotidiana” (COHEN, 2005, p. 17). Mas, como observa Desrosières (2001, p. 346), a estatística permite diferentes “atitudes” em relação à “realidade” que devem descrever, diferentes “orquestrações da realidade”. O “realismo metrológico” (DESROSIÈRES, 2001, p. 340), a correspondência ou a teoria da equivalência da verdade, é apenas uma delas. O que encontramos no comércio e no governo, onde a estatística passou a desempenhar um papel ainda maior do que na ciência, é “realismo contábil”, no qual o “‘espaço de equivalência’ não é composto de quantidades físicas (espaço e tempo), mas de um equivalente geral: dinheiro (DESROSIÈRES, 2001, p. 342). Aqui, a marca de referência (*benchmark*) para a validade de uma técnica não é mais a correspondência desinteressada, mas sua utilidade para alcançar metas específicas.

De forma não surpreendente, devido aos seguidores do pragmatismo emergente do realismo contábil, a Ciência da Informação precocemente passou a utilizar diferentes métodos estatísticos para solucionar seus múltiplos problemas. O famoso documento de Bush (1945) não foi o único a

lamentar pela “crescente montanha de pesquisas” (*idem*, 1945, p.112) na qual cientistas estavam se atolando. Foi na década 1950 e 1960 que várias técnicas e algoritmos utilizados hoje em dia foram usados para organizar informações pela primeira vez. Nessa época, apenas poucas publicações não chamaram a atenção para a crescente massa de informações escritas e sua crescente velocidade de produção.

No processo de desenvolvimento de abordagens mecânicas para resolução desse problema, o conhecimento, há muito entendido como um todo coerente e consistente que precisa ser mapeado por indivíduos esclarecidos, passa a ser definido como uma massa complexa, dinâmica e extensa de documentos que precisam ser processados e “extraídos” em relação a um requisito específico e situado. Isso significou um investimento de longo alcance no substituto computacional do conhecimento, a informação, e o desenvolvimento da “recuperação de informação” (MOOERS, 1950) como um conjunto de métodos para tomar decisões sobre documentos.

## Uma abordagem estatística para o significado da computação

É curiosa a recuperação de informação empregar o termo “informação”, que tem um significado cotidiano profundamente ambíguo e que se assemelha ao termo “conhecimento armazenado”. Ao contrário da Teoria da Comunicação de Shannon, que se preocupava com os aspectos técnicos da transmissão de sinal, a embrionária Ciência da Informação visava o que Weaver chamava de “nível B” de comunicação, ou seja, o “problema semântico” (SHANNON; WEAVER, 1949, p. 4), isto é, o *significado*.

Muitas vezes referido em termos menos intimidantes, como “assunto de um documento” (*aboutness*) ou “relevância”, manusear o significado através da ordenação informacional tornou-se o foco

central, mesmo que isso inicialmente significasse pouco mais que selecionar e classificar documentos em relação a uma consulta ou “pergunta”. Mas o campo evoluiu em um ritmo acelerado. Podemos dividir os métodos contemporâneos para a filtragem de informações em dois grupos: *filtragem baseada em conteúdo*, que as utiliza propriedades dos documentos para decidir o que fazer com eles, e a *filtragem colaborativa*, baseada na “recomendação social”. Uma parte considerável do primeiro grupo foi essencialmente estabelecida em 1975<sup>4</sup> e é possível argumentar que o segundo grupo é ao menos parcialmente antecipado pelo trabalho de análise de citações de trabalhos realizados em 1960.

A filtragem baseada em conteúdo foi o campo onde os classificadores de Bayes se desenvolveram pela primeira vez através dos usos de texto - palavras, sentenças, parágrafos etc. - como um suporte para o significado, como uma matéria-prima a partir da qual inferir “assunto de um documento” pela Computação. Este esforço se baseou na realização atribuída a Alonzo Church e a Alan Turing que afirmavam “que números eram um aspecto não essencial da computação - eles eram apenas uma maneira de interpretar os estados internos de uma máquina” (BARR; FEIGENBAUM, 1981, p. 4). Portanto, isso significava que o *tratamento digital de informações não numéricas* (MOOERS, 1950) havia se tornado um esforço plausível. Como a inteligência artificial, sua prima mais ilustre, a recuperação da informação ampliou o alcance do raciocínio mecânico para um domínio anteriormente considerado como um privilégio humano: o tratamento do conhecimento. Ao invés de reconstruir o histórico geral de recuperação de informações, esta seção se propõe a investigar de maneira particular como concretamente isso foi concebido.

<sup>4</sup> Este é o ano em que o altamente influente “modelo de espaço vetorial” foi formalmente introduzido (SALTON; WONG; YANG, 1975). O curioso é que Salton foi o orientador de Amit Singhal, chefe atual da divisão de pesquisa do Google.

O classificador de Bayes de fato se resume a aplicação de estatística na missão da Ciência da Informação em processar conhecimento e significado. A histórica começa no fim dos anos 1950, quando M. E. Maron<sup>5</sup> “estava pensando seriamente sobre o problema de recuperação de informação” (MARON, 2008, p. 971). Filósofo analítico e cibernético, Maron estava trabalhando na Ramo-Wooldridge Corporation e na (infame) Rand Corporation antes de se tornar professor contratado da Escola de Informatização da Universidade Berkeley em 1966. Nesse momento, ele estava especificamente insatisfeito com a prática de indexação de documentos, na qual se atribuía uma palavra-chave a um item para descrever o seu assunto em “dois possíveis valores temáticos” (*idem*, 2008, p. 971): um tema poderia ser atribuído ou não, mas nada era intermediário. A primeira melhoria feita por Maron em colaboração com seu colega J. L. Kuhns foi a proposta de indexadores para especificar um valor, em algum lugar entre 0 e 1, que indicasse a relevância de uma palavra-chave para um documento. Esse método, chamado de *probabilistic indexing*, tornou possível, através do teorema de Bayes e da inferência estatística inversa, fornecer uma lista de resultados ranqueada automaticamente para uma pesquisa sobre o assunto, ao invés de apresentar apenas um conjunto de documentos não ordenados (MARON; KUHNS, 1960).

Deixando de lado essa história complicada e suas várias interpretações, o teorema de Bayes fornece um método simples para calcular a probabilidade de uma hipótese baseada em um conhecimento previamente existente. Por exemplo, se conhecemos a porcentagem de mulheres em uma população e as porcentagens *a priori* de mulheres e homens com cabelos longos, podemos calcular a probabilidade da hipótese de que uma pessoa com cabelos longos que vemos de costas seja uma mulher. No

5 Este artigo se centra no trabalho de M. E. Maron, embora para dar uma visão mais completa do tema seria necessário incluir as contribuições feitas por Solomonoff (1957)

nosso caso, a hipótese diz respeito à probabilidade de um documento (marcado com um número de termos ponderados) ser relevante para uma consulta (representada por uma série de termos de pesquisa que também podem ser ponderados). Curiosamente, Maron propôs desde o início substituir a probabilidade *a priori* de um documento (o equivalente da “porcentagem de mulheres em uma população”), o que normalmente seria dividido pelo número de documentos na coleção, por estatísticas de uso do documento. Essa escolha introduz no processo o tão discutido princípio da vantagem cumulativa ou o “efeito de Matthew” (MERTON, 1968): uma vez que os documentos com maior uso acabarão na parte mais alta da lista de resultados, seu uso se tornará ainda maior. No final, a fórmula de relevância desenvolvida por Maron se parece com a fórmula abaixo, usando um produto escalar<sup>6</sup> para calcular a “proximidade” entre os termos da consulta (‘WordsQuery’ - palavras da busca) e os termos do documento (‘WordsDoc’ - palavra do documento).

$$P(\text{DocumentIsRelevant}) = (\text{WordsQuery} \cdot \text{WordsDoc}) * P(\text{DocumentUse}). (1)$$

Na busca pelo termo [hidráulica], um documento marcado com 0.7 para esse termo teria um “número de relevância” superior a um documento marcado com um valor de 0.5. Os documentos acessados com mais frequência também recebem um valor maior. Os resultados seriam então classificados de acordo com seu número de relevância. Combinações de termos e termos de pesquisa ponderados também se tornaram possíveis. Esse método ainda era baseado numa forma de indexação manual, mas representava “um ataque teórico que substitui a indexação binária tradicional por uma abordagem estatística” [...] para fazer previsões so-

6 Um produto escalar é a soma dos produtos de duas sequências de números. Por exemplo, o produto escalar entre a consulta {hidráulica: 0.7, carro: 0.5} e os termos do documento {hidráulica: 0.6, carro: 0.8} seria  $0.7 * 0.6 + 0.5 * 0.8$ , ou seja, 0.82. Quanto mais termos se sobrepõem entre uma consulta e um documento maior é o peso dos termos, e, portanto, mais “relevante” é o documento em questão.

bre a relevância dos documentos na coleção” (THOMPSON, 2008 p. 964).

No entanto, a técnica de indexação e classificação que acabei de descrever não é um classificador de Bayes. Ela introduziu o teorema de Bayes na recuperação de informações. Mas um segundo experimento foi mais longe e usou o texto completo do documento, acabando assim com o indexador humano - considerado lento, pouco confiável e tendencioso conforme os primeiros cientistas das Ciências da Informação. Com base na afirmação de que “a estatística sobre tipo, frequência, localização, ordem etc. das palavras selecionadas são adequadas para fazer previsões razoavelmente boas sobre o assunto de documentos que contenham essas palavras” (MARON, 1961, p.405), Maron concebeu uma técnica para a classificação automática de documentos: o classificador de Bayes.

A classificação, nos termos da abordagem probabilística proposta por Maron, significava que os textos deveriam ser classificados em categorias de temas especificados pelo usuário: “com base em alguma noção mais ou menos clara de categoria, devemos decidir se um documento arbitrário deve ou não ser atribuído a ela” (MARON, 1961, p. 404). Um simples exemplo contemporâneo é, de fato, a filtragem de *spams*: os e-mails são documentos e as categorias são *spam* e *não spam*. A técnica de Maron concebeu documentos de texto como objetos que contém certas propriedades (ou características). Isso simplesmente significa que cada texto foi representado por uma lista finita de palavras que contém, bem como sua frequência. Essas propriedades foram consideradas, para dizer ao menos algo sobre o assunto que o documento discute, ou o suficiente para a tarefa pragmática de recuperação de informação. Hoje, tais listas de propriedades quantificadas são geralmente referidas como *vectores* ou *vectores de características*.

O primeiro passo foi, então, selecionar uma série de documentos característicos para “trei-

namento” de cada uma das categorias temáticas (portanto, a intervenção humana foi então reorganizada e não eliminada) e, a partir daí gerar uma lista de palavras combinadas identificadas nos documentos para cada categoria. Nem todas as palavras foram consideradas. Palavras muito frequentes ou muito raras foram descartadas. A seleção resultante foi submetida a uma técnica semelhante ao que agora denominamos como frequência do termo - *métrica inversa de frequência de documento* ( $tf * idf$ ) introduzida por Karen Spärck Jones (1972) no início da década de 1970: as palavras que são distribuídas uniformemente em todas as categorias são consideradas “pistas” inadequadas e, portanto, rejeitadas. Para as palavras suficientemente “específicas” foi gerado um índice, onde a cada palavra se atribuiu um valor de relevância por categoria, determinando “certas relações de probabilidade entre as palavras portadoras de conteúdo individuais e as categorias temáticas” (MARON, 1961, p.405). Em poucas palavras: se um termo aparece frequentemente nos documentos de treinamento atribuídos a uma determinada categoria, mas é raro para outras, ela se torna uma forte *pista* ou *indicador* dessa categoria.

Uma vez que a fase de treinamento se completou, a intervenção humana não era mais necessária: com base na ideia de que um documento deveria ser atribuído a uma categoria se contiver bons indicadores para isso, novos documentos poderiam ser classificados automaticamente. O procedimento de cálculo foi muito semelhante à classificação descrita acima, mas, ao invés vez de calcular a correspondência exata entre os termos da consulta e os termos presentes no documento, foi calculada a correspondência entre a lista de palavras para uma categoria e para cada novo documento. Na medida em que muitas palavras foram incluídas, cada documento poderia receber um valor de relevância para diversas categorias. Por exemplo, o documento  $n$  era 0.8 relevante para categoria  $i$ , 0.5 para categoria  $j$ , e assim

por diante, o que resulta em uma classificação probabilística ao invés de binária. O sistema era adaptativo, já que permitia a aprendizagem além do treinamento inicial: se um usuário decidisse reclassificar um documento, as listas de palavras para categorias seriam recalculadas, somando um novo “conhecimento” ao modelo estatístico.

Este é o esboço básico de um classificador de Bayes e serve como uma ilustração surpreendentemente representativa do grande campo de técnicas contemporâneas de aprendizagem de máquina. Na medida em que essa abordagem assume a independência estatística entre as palavras, ela é o que mais especificamente pode ser designado como um classificador de Bayes “ingênuo”. Porém, esse classificador foi utilizado como ponto de partida por quase todas as técnicas modernas, mesmo que os procedimentos matemáticos fossem aplicados de forma distinta como os classificadores de máxima entropia ou as máquinas de vetor de suporte. Há uma série de aspectos importantes a serem considerados.

Em primeiro lugar, o procedimento que acabei de descrever é precisamente o que o termo “técnica algorítmica” tenta teorizar. O que acabei de descrever de maneira simples ainda não é um algoritmo em uma compreensão mais restritiva do termo, mas descreve um método de classificação que implica uma maneira de olhar e atuar no mundo. Ele enquadra e formaliza documentos de texto como listas de frequências de palavras, formula uma sequência de estágios do treinamento, passando pela classificação até o ajuste, especificando uma série de funções protomatemáticas para pesar e calcular. Qualquer desenvolvedor de software poderia ser capaz de criar programa de trabalho baseado na minha descrição, mas cada implementação seria diferente, pois muitos detalhes continuam sem ser especificados e requerem decisões. As palavras deveriam ser reduzidas aos seus radicais? Quando cortar as palavras frequentes e não frequentes? Como calcular a espe-

cificidade de uma palavra? Essas e outras questões precisam ser respondidas quando uma técnica algorítmica é trazida para realizar uma tarefa específica em um ambiente operacional específico. Um algoritmo concreto é o resultado desse processo. Isso significa que o estudo de técnicas algorítmicas não é suficiente para dar sentido aos comportamentos e compromissos específicos de sistemas reais e concretos. Porém, uma compreensão sólida de técnicas comuns pode fundamentar formas de teorização em relação aos raciocínios reais que sustentam a criação de softwares e, assim, informar maneiras mais concretas de análise empírica. Ao oferecer categorias analíticas que abrangem esses casos, essa abordagem pode estabelecer uma base para a comparação entre diferentes implementações - por exemplo, unidades e características, treinamento e configuração de feedbacks, e modalidades de decisão.

Em segundo lugar, o exemplo dado de classificação de texto é apenas uma aplicação de uma técnica mais geral. O trabalho de Maron baseia-se em um enquadramento específico de textos como listas de palavras quantificadas, ignorando completamente aspectos como ordem, sintaxe ou estilo. Assim, o significado é concebido de forma altamente redutora. Embora existam sistemas que utilizem entendimentos mais amplos e aprofundados da linguagem, ambos os enquadramentos podem coexistir, já que qualquer sistema operacional requer e depende de alguma forma, de seleção, formalização e redução.

Desse modo, a dataficação traduz hipóteses fundamentais em relação ao domínio da aplicação em estruturas de dados e as reifica. Isso geralmente implica não apenas em redução, mas também em *redução a uma forma comum*, um movimento que sustenta a generalização e explica como as técnicas podem ser aplicadas em uma grande variedade de campos. Os classificadores de Bayes são aplicáveis a todas as entidades que podem ser representadas como recursos, ou seja, listas de propriedades aos

quais valores podem ser atribuídos. Músicas podem ser consideradas vetores tendo como base o fato de que usuários as escutaram<sup>7</sup>; locais e situações podem ser classificados de acordo com as características e o comportamento das populações associadas; pessoas buscando crédito bancário podem ser aprovadas ou não com base nos seus perfis no Facebook. Mas em todos esses casos, para começar esse trabalho, alguém deve tomar as decisões em relação aos tipos de filtros e como formalizá-los. Outras técnicas de classificação envolveriam uma diferente dramaturgia com outros atores e passos a seguir, mas o campo de aplicação é comparativamente amplo. Se pensarmos em interfaces de usuário, técnicas de rastreamento e - crescentes - sensores como dispositivos que canalizam aspectos de práticas humanas como estruturas de dados formais, não é de se admirar que muitas das técnicas pioneiras de recuperação de informacional da década de 1950 estejam vivendo uma segunda "primavera" com a popularização da internet. Quanto mais fazemos coisas envolvendo aparelhos digitais, maior será o número de entidades e fenômenos que podem ser formalizados como objetos e propriedades de acordo como foi descrito. A crescente proliferação de problemas envolvendo grandes conjuntos de entidades em ambientes previamente computadorizados torna quase inevitável a aplicação de soluções algorítmicas.

Em terceiro lugar, o classificador de Bayes organiza a tomada de decisão de uma forma profundamente diferente do enquadramento comum de algoritmos como *fórmulas*. Até nas publicações acadêmicas predomina essa concepção, a qual aparenta imaginar um grupo de desenvolvedores numerando variáveis que levem em consideração e especificam de que forma serão agrupadas e pesadas.

7 No trabalho de Maron, um documento foi representado com uma lista de palavras e suas frequências, por exemplo, doc1: {palavra1: 5, palavra2, 10, ...}. Uma classificação de música de acordo com os usuários pode representar cada música com uma lista de usuários que escutam com frequência: música1: {usuário1: 5, usuário2: 10, ...}.

Os desenvolvedores do Facebook, por exemplo, estariam preocupados com os critérios para a filtragem no Feed de Notícias, meticulosamente organizando métricas como a afinidade entre os usuários, engajamento com publicações e funções de tempo para produzir uma receita de decisão clara que é guardada a sete chaves como um segredo precioso. Mas essa concepção é cada vez mais incompleta e ultrapassada; técnicas como os classificadores de Bayes propõem meios para derivar modelos de decisão a partir do encontro entre dados, um propósito e um mecanismo de *feedback*. No caso da filtragem de *spam* bayesiana, ninguém precisa compilar manualmente uma lista de palavras que sejam *spam*. O que acontece é que, em uma primeira etapa, as categorias são definidas com base no que a classificação deve atingir seu objetivo; no nosso caso, a classificação de e-mails em *spam* e *não spam*. Quando um usuário começa a marcar mensagens, uma lista de palavras é gerada automaticamente, produzindo uma base para a tomada de decisões. Não é uma fórmula clara, mas um modelo estatístico adaptativo contendo potencialmente centenas de milhares de variáveis. Quando um avaliador de empréstimo usa dados do Facebook para decidir se um candidato é suscetível a pagar um empréstimo, não há a necessidade de um sociólogo Bourdieusiano marcar todos os possíveis elementos do perfil em termos de classe social pertencente. É suficiente ter uma série de perfis de usuários que já pagaram ou que foram inadimplentes com seus empréstimos e gerar um modelo em que cada item do perfil se torne um indicador de "credibilidade". O Facebook pode desenvolver o seu mecanismo de filtragem do Feed de Notícias de maneira muito similar, usando algum mecanismo que estabeleça o "tempo gasto no site" ou a "probabilidade de clicar em um anúncio" como critério para determinar quais parâmetros de visibilidade são ótimos para cada usuário, individualmente. Em vez de selecionar e avaliar as variáveis manualmente, o classifi-

gador deriva - ou "aprende" - os parâmetros ideais da relação entre dados (postagens que possuem propriedades diferentes), comentários (o envolvimento de um usuário com essas postagens) e um propósito (aumentar ainda mais o envolvimento). O sistema é capaz de executar o seguinte comando: "mostrar ao usuário as postagens similares às que anteriormente tiveram um elevado grau de envolvimento". Portanto, o classificador de Bayes não é nem uma receita estática para tomada de decisões, nem uma teoria relacionada com uma atribuição ontológica. É um método para fazer com que dados sejam significativos em relação a um desejo de selecionar algo em concreto. É um dispositivo para a produção automatizada de leitura interessadas de uma realidade empírica. O objetivo de Maron não era dizer algo profundo sobre a relação entre texto e significado, mas projetar um sistema que produzisse no domínio de sua aplicação resultados "bons". Eu uso o termo "interessada" para enfatizar que o processo epistêmico não é apenas marcado por algum tipo de viés não desejado, mas totalmente projetado em torno de um propósito explícito que supera quaisquer escrúpulos epistemológicos e ontológicos que se possa ter. Isso se alinha com a noção sugerida por Deserosières (2011) de realismo contábil, na qual "o objetivo não é mais a verdade, mas a performatividade - isto é, a melhor equação possível de entrada / saída" (LYOTARD, 1984, p.46).

Em quarto lugar, a técnica não determina a performatividade do algoritmo resultante. O classificador de Bayes fornece a capacidade de fazer leituras interessadas, mas não especifica nem a finalidade nem a forma como uma decisão dá um retorno ou se conecta novamente ao mundo exterior. O Facebook pode decidir treinar os mecanismos do Feed de Notícias com base em qualquer critério que a empresa queira utilizar. Mas isso faz dos classificadores de Bayes ferramentas "neutras"? Mackenzie (2015 p. 444) argumenta que "à medida que a aprendizagem de máquinas é generalizada, as formas de valor que

circulam sob a forma de mercadorias se alteram", enfatizando que os diferentes "estilos" técnicos de processamento "trazem diferentes tipos de valor" (MACKENZIE, 2015, p. 436). Visto como leituras interessadas da realidade dataficação, é possível avançar ainda mais e argumentar que as técnicas de mineração de dados incorporam formas de cognição e estilos específicos de percepção que, por um lado, não são antropomórficos, já que consistem em procedimentos que só podem ser implementados por rápidos aparatos computacionais e, por outro lado, estão completamente enredados com arranjos operacionais. No nível da significação, as técnicas de mineração de dados atribuem significado a cada variável em relação a um propósito. No nível de performatividade, a mudança para infraestruturas digitais cada vez mais integradas significa que cada decisão classificatória pode ser devolvida para o mundo instantaneamente, mostrando um anúncio específico, escondendo um post específico, recusando um empréstimo a um candidato específico, estabelecendo o preço de um produto a um nível específico, e assim por diante. Nenhum dado novo permanece inocente. Se considerarmos o poder de operar como uma "rede de relações" (FOUCAULT, 1975, p. 31), podemos apreciar a forma como a mineração de dados oferece formas específicas de estabelecer, organizar e modular as relações entre as entidades dataficação para servir objetivos estratégicos. Mesmo que os classificadores de Bayes não determinem como seus resultados são usados no nível de interface, eles representam um novo conjunto de tecnologias que produzem conhecimento profundamente "interessado", usá-lo para tomar decisões com efeitos concretos é então introduzir uma "microfísica"<sup>8</sup> que tem o potencial de afetar profundamente as relações de poder.

Em quinto lugar, como já fora mencionado, os filtros de Bayes são ideais para personalização e não

8 Foucault (1975, p. 31) introduz o termo para abordar as diferentes, sutis e difusas tecnologias de poder que operam de várias maneiras em corpos.

deveria ser uma surpresa que a primeira tentativa (RICH, 1983) de personalizar a recuperação de informações para indivíduos e não apenas categorias de usuários (novato, especialista etc.) baseou-se em um método probabilístico próximo ao que acabamos de descrever. Embora ainda não haja nenhum imperativo técnico para produzir um modelo estatístico separado para cada usuário, a recuperação da informação renunciou, desde o início, às noções universalistas de ordem que encontramos na maioria dos sistemas de classificação de conhecimento usados em bibliotecas e enciclopédias. Até os primeiros sistemas enfatizaram a consulta em banco de dados e tentaram transferir o máximo de expressividade possível aos usuários, os quais eram imaginados como cientistas que sabem muito bem o que eles estão à procura. Os sistemas não foram conceitualizados como pontos de acesso convenientes a árvores de conhecimento estáveis, mas como motores de ordem, capazes de projetar estruturas latentes presentes de várias maneiras nos dados. O debate sobre o “filtro bolha” nos mostra como as sociedades liberais são marcadas pela tensão entre o universalismo e o perspectivismo. Isso também demonstra como a Internet aumentou ainda mais este problema, unindo, de um lado, um número sem precedentes de pessoas diante das mesmas interfaces e, por outro, tornando possível proporcionar a cada pessoa algo diferente. Os classificadores de Bayes formam parte de um grupo maior de técnicas e estão no centro desse problema.

De acordo com a categoria mais ampla de técnicas de ordenação informacional, os classificadores de Bayes produzem significado - e não apenas o significado dos textos - de maneiras muitas vezes complexas e diretas através da tomada de decisão informada por objetivos e propósitos específicos. De certa forma, desde o início, a famosa distinção de Bacon entre o que *é* e o que *deve ser* desaparece na forma de uma descrição que é produzida em um horizonte prescritivo. Nós não decidimos mais (ou somente) com base no

que sabemos; nós sabemos com base na decisão que devemos tomar.

Para encerrar este artigo, em primeiro lugar, eu quero voltar a ideia inicial e argumentar por que vale a pena estudar técnicas algorítmicas.

### Por que estudar técnicas algorítmicas?

Podemos afirmar que desde a Revolução Industrial nosso relacionamento com ferramentas e máquinas tem sido altamente ambíguo. Tecnologias raramente passam despercebidas, são aclamadas ou ridicularizadas, pelo menos até que se desvanecem no tecido da vida cotidiana. Desde a Segunda Guerra Mundial, os estudiosos das Ciências Humanas se propuseram a realizar estudos e avaliações, muitas vezes de forma bastante pessimista. Mas na maioria dos casos, não se reconheceu formas concretas de engajamento com objetos e procedimentos técnicos. Ao mesmo tempo, a suposta autonomia do desenvolvimento tecnológico tem sido regularmente lamentada. Pode ser que essa autonomia seja consequência da falta de engajamento com a tecnologia como tecnologia? Ou seja, a tecnologia considerada como um vasto conjunto de objetos, técnicas e práticas que só podem ser enquadradas ao conceito de *grego de techne* com extrema redução.

Para Simondon (2014), o objeto técnico ganha sua dimensão objetiva, ou seja, ganha seu lugar nas relações econômicas, sociais e psicossociais com base em sua dimensão objetiva. Isto é, em sua operação técnica. Tecnologia (*la technique*) é vista como um dos caminhos fundamentais o qual os seres humanos se relacionam com o mundo, ao lado da religião, ciência ou arte: “O que reside nas máquinas é a realidade humana, o gesto humano fixado e cristalizado em estruturas que funcionam” (SIMONDON, 1958, p. 12). Como “seres que funcionam” (SIMONDON, 2014, p. 138) é que máquinas adquirem significado e não apenas pela incorporação cultural. A avaliação do papel social que um objeto técnico

deve desempenhar, portanto, tem que partir do seu "significado funcional" (SIMONDON, 2014, p. 28). Isto é, do ele que faz e de como faz. Considerando essa perspectiva, gostaria de apresentar quatro argumentos a favor de um engajamento mais extenso com técnicas algorítmicas.

O primeiro argumento se baseia na atenção insuficiente aos aspectos e conhecimentos técnicos, o que aumenta o risco de a crítica envolver uma figura irreal. O diagnóstico de Winner que diz que "nossas concepções padrão sobre tecnologia revelam uma desorientação que beira a dissociação com a realidade" (WINNER, 1978, p.8) é mais apropriado do que nunca. Espero que o exemplo do classificador de Bayes tenha deixado claro que as técnicas contemporâneas para ordenação informacional e, portanto, o que as informações de muitas entidades podem representar, não são simplesmente transposições ou extensões de princípios mais antigos de catalogação e classificação utilizadas no espaço digital, mesmo que as interfaces empreguem metáforas similares. Como tentei mostrar, há uma certa continuidade ou ressonância com formas anteriores e aplicações de raciocínio mecânico. Através da estatística, a "teoria da probabilidade se tornou o árbitro da racionalidade prática" (GIGERENZER et al., 1989, p. 255), mas o computador aumentou consideravelmente o seu alcance e poder. No entanto, os equívocos são abundantes quando se trata de entender como softwares funcionam. Embora as lógicas não monotônicas, multivaloradas, e probabilísticas tenham sido fundamentais para a Ciência da Computação desde o seu início, ainda podemos ler que "as regras lógicas não permitem ambiguidades substantivas; uma proposição ou sucede ou não sucede" (GOLUMBIA, 2009, p. 194). Os classificadores de Bayes são exemplos perfeitos de técnicas que responderão a se um documento pertence a uma determinada categoria, não com um "sim" ou com um "não", mas com um "0.7".

Embora o verdadeiramente contínuo, posto em dúvida pela teoria quântica, esteja fora do domínio

dos computadores (digitais), o "graduável e difuso" (GOLUMBIA, 2009, p.21) tornou-se passível de ser expresso em termos informacionais durante um período muito longo de tempo. Isso é essencial para a apreciação da dimensão política do software. Ao pensar em *controle* através de algoritmos, como uma metáfora guia, devemos confiar menos nos filósofos calculadores de Leibniz e passar a confiar mais nas análises de custo-benefício de Petty, que operam hoje através de conceitos como probabilidade, média, margem, distribuição, correlação, ordem, limiar, variação, tendência, distância, equilíbrio e assim por diante. O Google pode ser uma empresa de publicidade em primeiro lugar, mas em segundo lugar é empresa de estatística. No fim das contas, é preciso estabelecer se fenômenos politicamente relevantes como os "filtros bolha" são um diagnóstico preciso, um uma fantasia mitológica ou simplesmente um pânico moral agradável. A descrição técnica é um passo necessário para a desmistificação.

O segundo argumento consiste em olhar para artefatos técnicos concretos, sejam técnicas ou implementações concretas. Perceber a oposição enganosa entre objetividade e subjetividade e, em particular, entender como a dicotomia entre julgamento e cálculo podem ser abordadas sob uma luz diferente. O termo "qualculação" (*qualculation*) (COCHOY, 2002) é útil aqui, porque mesmo os procedimentos puramente informacionais dependem de um trabalho extensivo que não é baseado em cálculos. A decisão de Maron de formalizar textos como frequências de palavras foi projetada para permitir sua computação, e não para ser considerado o resultado da computação. Callon e Law (2005) argumentam que noção de cálculo não deve ser contrastada com o julgamento (humano), mas sim estendida a este julgamento para poder ser aplicada. Isso não significa que todas as formas de raciocínio são equivalentes. Pode-se afirmar com segurança que Dean Baquet, editor executivo do The New York Times, e Krishna Bharat, criador do agregador automático de notícias Google News, têm uma influência considerável sobre as notícias que as

peças leem todos os dias; mas seu “poder” é configurado de forma bastante diferente, operando através de diferentes técnicas e mecanismos. Seguindo Callon e Law (2005), podemos descrever ambas as configurações como qualculativas, já que em ambos os casos as decisões que levam aos resultados combinam elementos de cálculo e julgamento - até o *The New York Times* não ignora os números de vendas. No entanto, as diferenças na forma como eles calculam são significativas. Como fora previamente salientado, o raciocínio mecânico não elimina o poder, mas reconfigura e desloca os critérios humanos da definição de resultados para a definição de procedimentos, mecanismos ou técnicas que vão produzir resultados. A diferença entre o *The New York Times* e o *Google News* é importante, mas não pode ser reduzido a uma mera diferença entre julgamento e cálculo. Ao estudar os classificadores de Bayes podemos ver que são abundantes os momentos que requerem tomadas de decisão: a seleção de documentos de treinamento; a eliminação de palavras; o estabelecimento de limiares e os pontos de corte; o compromisso com uma teoria de linguagem que leva frequências de palavras como indicadores de significado; as várias formas de coordenação entre o classificador e a interface, e a escolha de utilizar um método probabilístico e este método específico. Paradoxalmente, parece que quanto mais calculamos, mais é necessário julgar. Essa mudança de perspectiva deveria fazer com que trocássemos a obsoleta questão se os algoritmos são ou não “objetivos” por uma pesquisa sobre compromissos interpretativos, propósitos e parâmetros de referência incorporados nos conjuntos específicos de cálculos que os dão suporte. O estudo de técnicas algorítmicas não pode substituir a análise empírica de lugares onde decisões e implementações são finalmente feitas, mas pode ir salientando o esforço de informar a este respeito.

O terceiro argumento é que cada vez mais está ficando claro que os algoritmos - geralmente baseados em técnicas de probabilidade - estão desempenhando um papel crucial ao decidir como a informação circula, como as pessoas se encontram e se relacionam, e

como a conduta é efetivamente realizada. E enquanto quase todas as técnicas deixam espaço para muitas decisões e podem ser desenvolvidas em várias direções, seu horizonte conceitual ainda implica uma orientação epistemológica e formas específicas de intervenção. Uma crítica precisa mostrar mais frequentemente o conhecimento da relação paradoxal entre padronização e variação que caracterizam os softwares. Apesar da ênfase no “propósito” e no critério de desempenho descrito anteriormente, a técnica do classificador de Bayes não se limita em sua finalidade. Em vez disso, apresenta uma maneira específica de ler e agir sobre o mundo em relação a um propósito específico. É possível e desejável uma teoria mais ampla sobre os classificadores de Bayes e, também por extensão, sobre o aprendizado de máquinas. O argumento de Desrosières (2001) de que o realismo contábil implementa o dinheiro como principal equivalente nos traz de volta ao emaranhamento das grandes configurações sociais e econômicas que mencionei previamente. Embora eu não acredite que haja necessariamente uma conexão fatal entre o aprendizado de máquina e o capitalismo avançado, é difícil ignorar que as técnicas de leitura interessada se encaixam perfeitamente em um sistema que tenta extrair o valor monetário através de infinitas explorações de diferenças. Remetendo novamente ao vocabulário de Simondon, uma teoria geral das técnicas algorítmicas terá que aceitar que objetividade e as dimensões objetivas não podem ser mantidas separadas indefinidamente.

O quarto e último argumento apontam que a falta de envolvimento com os procedimentos tecnológicos concretos cristaliza a fenda cultural e epistemológica existente entre humanistas e engenheiros. Existe uma grande lacuna entre técnicas que orientam implementações reais e os apelos bem-intencionados de Pariser (2011), que pede às empresas e engenheiros para criar algoritmos que favoreçam a “diversidade” e o “acaso” ao invés de nos fechar em bolhas. Se quisermos tornar a filtragem de informação uma questão política em termos mais precisos, essa lacuna precisa ser superada de forma mais fundamenta-

da, ao invés de se basear em uma noção superficial que a visão administrativa de interdisciplinaridade nos proporciona. Se a “diversidade” e o “acaso” não significam aleatoriedade, teremos que pensar sobre o significado concreto que queremos dar a esses termos, e esse significado terá que encontrar uma maneira de se expressar como através de um aparato computacional. Isso não é simplesmente uma tradução de uma disciplina para outra, como de Ciências Políticas para Ciências da Computação, mas sim um processo muito mais complicado que requer uma produção minuciosa de associações precárias entre formas de expressão que são fundamentalmente diferentes. Embora eu concorde com Mackenzie (2015) que não é essencial ter uma compreensão detalhada de como os métodos de mineração de dados funcionam, acredito que uma compreensão sobre o nível mais geral de técnicas algorítmicas é tão possível quanto necessária.

Minha apresentação técnica do classificador de Bayes certamente omitiu muitos aspectos que qualquer cientista da informação ou da computação consideraria essencial. No entanto, meu objetivo era estabelecer um nível de descrição no qual um encontro entre princípios culturais e técnicos fosse possível, de tal maneira que nenhum dos “lados” fosse reduzido a uma caricatura. Podemos certamente imaginar uma ampla crítica de um estilo particular de mineração de dados, por exemplo, o estilo probabilístico. Mas quando entendemos que “probabilístico”, aqui, significa que cada propriedade de uma entidade formal é enquadrada como um indicador de associação dentro de um conjunto de categorias predefinidas, nossa crítica talvez seja capaz de produzir sugestões consistentes. Então nos perguntamos: poderíamos mostrar aos usuários quais propriedades mais contribuíram para uma decisão ser feita? Poderíamos disponibilizar na interface a propriedade ou valor de seleção? Poderíamos tornar os princípios de treinamento explícitos? Poderíamos fazer com que as associações probabilísticas desaparecessem ao longo do tempo? Poderíamos definir exceções? Essas per-

guntas sugestivas são apenas um começo, mas talvez possam ilustrar como a compreensão mais profunda e pré-formal das técnicas algorítmicas nas ciências humanas e sociais poderia levar ao surgimento de uma zona de intercâmbio na qual a falsa oposição entre cultura e tecnologia (SIMONDON, 1958, p. 9) já não se aplicaria.

## Agradecimentos

O autor gostaria de agradecer a Fernando Vander Vlist e os dois anônimos pareceristas pelo valioso *feedback*.

## Referências

- AGRE, Philip. *Toward a critical technical practice: Lessons learned in trying to reform AI. Social Science, Technical Systems and Cooperative Work: Beyond the Great Divide*. Erlbaum, 1997.
- BARR, Avron; FEIGENBAUM, Edward; ROADS, C. *The Handbook of Artificial Intelligence*. Stanford, Calif: Heuris Tech Press, 1982, 1 v.
- BECKER, Joseph; HAYES, Robert Mayo. *Information Storage & Retrieval: Tools, elements, Theories*. New York: Wiley, 1963.
- BELKIN, Nicholas J.; CROFT, W. Bruce. Information filtering and information retrieval: Two sides of the same coin? *Communications of the ACM*, n. 12, p. 29-38, 1992, 35 v.
- BENIGER, James R. *The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the*. Cambridge: Harvard University Press, 1986.
- BUSH, Vannevar et al. As we may think. *The atlantic monthly*, n. 1, p. 101-108, 1945, 176 v.
- CALLON, Michel; LAW, John. On qualculation, agency, and otherness. *Environment and Planning D: Society and Space*, n. 5, p. 717-733, 2005, 23 v.
- COCHOY, Franck. *Une sociologie du packaging ou*

- l'âne de Buridan face au marché: Les emballages et le choix du consommateur.* Paris: Presses universitaires de France, 2002.
- COHEN, I. Bernard. *The triumph of numbers: How counting shaped modern life.* Nova York: WW Norton & Company, 2005.
- CUSTERS, B. H. M. et al. *Discrimination and Privacy in the Information Society.* Data mining and profiling in large databases. (Eds.). Berlin: Springer, 2013.
- DESROSIÈRES, Alain. How Real Are Statistics? Four Possible Attitudes. *Social Research*, p. 339-355, 2001.
- DIAKOPOULOS, Nicholas. Algorithmic accountability: Journalistic investigation of computational power structures. *Digital Journalism*, n. 3, p. 398-415, 2015, 3 v.
- FOUCAULT, Michel. *Surveiller et punir: naissance de la prison.* Paris: Gallimard, 1975.
- \_\_\_\_\_. *L'usage des plaisirs: histoire de la sexualité II.* Paris: Gallimard, 1984.
- \_\_\_\_\_. *Naissance de la biopolitique.* Paris: Gallimard, 2004a.
- \_\_\_\_\_. *Sécurité, territoire, population.* Paris: Gallimard, 2004b.
- FULLER, Matthew (Ed.). *Software studies: A lexicon.* Cambridge: MIT Press, 2008.
- GIGERENZER, G. et al. *The empire of chance: How probability changed science and everyday life* Cambridge. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- GOLUMBIA, David. *The cultural logic of computation.* Cambridge: Harvard University Press, 2009.
- GRAHAM, Paul. *A plan for Spam.* Disponível em <<http://www.paulgraham.com/spam.html>>. Acesso em: 22 abril 2018.
- HACKING, Ian. *The taming of chance.* Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- LAZER, David et al. The parable of Google Flu: traps in big data analysis. **Science**, v. 343, n. 6176, p. 1203-1205, 2014.
- LYOTARD, Jean-François. *The postmodern condition: A report on knowledge.* Manchester: Manchester University Press, 1984.
- MACKENZIE, Adrian. The production of prediction: What does machine learning want?. *European Journal of Cultural Studies*, n. 4-5, p. 429-445, 2015, 18 v.
- MACKENZIE, Adrian; MCNALLY, Ruth. Living multiples: How large-scale scientific data-mining pursues identity and differences. *Theory, Culture & Society*, n. 4, p. 72-91, 2013, 30 v.
- MARON, Melvin Earl. Automatic indexing: an experimental inquiry. *Journal of the ACM (JACM)*, v. 8, n. 3, p. 404-417, 1961.
- \_\_\_\_\_. An historical note on the origins of probabilistic indexing. **Information Processing & Management**, v. 44, n. 2, p. 971-972, 2008.
- \_\_\_\_\_; KUHNS, John L. On relevance, probabilistic indexing and information retrieval. *Journal of the ACM (JACM)*, n. 3, p. 216-244, 1960, 7 v.
- MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth. **Big Data – A Revolution That Will Transform How We Live, Think and Work.** Nova York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- MERTON, Robert K. The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, n. 3810, p. 56-63, 1968, 159 v.
- MOOERS, Calvin N. *The theory of digital handling of non-numerical information and its implications to machine economics.* Boston: Zator Co., 1950.
- NISSENBAUM, Helen. Values in technical design. In:

- MITCHAM, C. (Ed.) *Encyclopedia of Science, Technology and Society*. Nova York: Macmillan, 2005, p. 66-70.
- PARISER, Eli. *The filter bubble: What the Internet is hiding from you*. Nova York: Penguin, 2011.
- PETTY, William. *Several essays in political arithmetik*. Londres: D. Browne, J. Shuckburgh, J. Wiston, B. White, 1655.
- PORTER, Theodore M. *Trust in numbers: The pursuit of objectivity in science and public life*. Princeton: Princeton University Press, 1996.
- RICH, Elaine. Users are individuals: individualizing user models. *International journal of man-machine studies*, n. 3, p. 199-214, 1983, 18 v.
- SALTON, G.; WONG, A.; YANG, C. S. A Vector Space Model for Automatic Indexing. *Communications of the ACM*. 1975, 18 v.
- SANDVIG, Christian et al. Data and discrimination: Converting critical concerns into productive inquiry. In: *The 64th Annual Meeting of the International Communication Association*. 2014.
- SHANNON, Claude Elwood. WEAVER, Warren. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- SIMONDON, Gilbert. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Presses Universitaires de France, 1958.
- \_\_\_\_\_. *Sur la technique (1953-1983)*. Paris: Presses Universitaires de France, 2014.
- SOLOMONOFF, Raymond J. An inductive inference machine. In: *IRE Convention Record, Section on Information Theory*. p. 56-62, 1957.
- SPÄRCK JONES, Karen. A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval. *Journal of documentation*, n. 1, p. 11-21, 1972, 28 v.
- SWEENEY, Latanya. Discrimination in online ad delivery. *Queue*, n. 3, p. 10, 2013, 11 v.
- SWETZ, Frank J.; *Capitalism and arithmetic*. The new math of the 15th century. La Salle: Open Court, 1987.
- THOMPSON, Paul. Looking back: On relevance, probabilistic indexing and information retrieval. *Information Processing & Management*, n. 2, p. 963-970, 2008, 44 v.
- WING, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, n. 3, p. 33-35, 2006, 49 v.
- WINNER, Langdon. *Autonomous technology: Techniques-out-of-control as a theme in political thought*. Cambridge: MIT Press, 1978.
- ZIMMER, Michael. *Web search studies: Multidisciplinary perspectives on web search engines*. In: *International handbook of internet research*. Dordrecht: Springer, 2010. p. 507-521.

**Bernhard Rieder** – Professor Associado de Novas Mídias e Cultura Digital na Universidade de Amsterdã e colaborador da Digital Methods Initiative. **E-mail:** willianfaraujo@gmail.com