

# ESTUDOS PLURIDISCIPLINARES DA INFORMAÇÃO

## FILOSOFIA, TECNOLOGIA E SEMIÓTICA

Carlos Cândido de Almeida  
Mariana Vitti-Rodrigues  
(Organizadores)

Coleção Estudos em  
Ciência da Informação  
2



**CULTURA  
ACADÊMICA**  
*Editora*



**PPGFIL**

**ESTUDOS PLURIDISCIPLINARES  
DA INFORMAÇÃO**

**FILOSOFIA, TECNOLOGIA  
E SEMIÓTICA**

COLEÇÃO ESTUDOS EM  
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO



CARLOS CÂNDIDO DE ALMEIDA  
MARIANA VITTI-RODRIGUES  
(ORGANIZADORES)

**ESTUDOS PLURIDISCIPLINARES  
DA INFORMAÇÃO**  
**FILOSOFIA, TECNOLOGIA  
E SEMIÓTICA**

COLEÇÃO ESTUDOS EM  
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

2

Marília/Oficina Universitária  
São Paulo/Cultura Acadêmica  
2025



**CULTURA  
ACADÊMICA**  
*Editora*



PPGFIL

*Diretora*

Dra. Ana Clara Bortoleto Nery

*Vice-Diretora*

Dra. Cristiane Rodrigues Pedroni

*Conselho Editorial*

Mariângela Spotti Lopes Fujita (Presidente)

Célia Maria Giacheti

Cláudia Regina Mosca Giroto

Edvaldo Soares

Franciele Marques Redigolo

Marcelo Fernandes de Oliveira

Marcos Antonio Alves

Neusa Maria Dal Ri

Renato Geraldi (Assessor Técnico)

Rosane Michelli de Castro

*COLEÇÃO ESTUDOS EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*

*Organizador: Carlos Cândido de Almeida*

*Normalização:*

Lucas Corrêa da Cunha Silva

CRB 3: CE1626

*Parecerista*

Prof. Max Rogério Vicentini

Professor Associado do Departamento de Filosofia e

Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade

Estadual de Maringá (UEM).

*Ficha catalográfica*

- E82 Estudos pluridisciplinares da informação : filosofia, tecnologia e semiótica / Carlos Cândido de Almeida, Mariana Vitti-Rodrigues (organizadores). – Marília : Oficina Universitária ; São Paulo : Cultura Acadêmica, 2025.  
317 p. : il. – (Coleção estudos em ciência da informação ; 2)  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5954-632-9 (Impresso)  
ISBN 978-65-5954-633-6 (Digital)  
DOI: <https://doi.org/10.36311/2025.978-65-5954-633-6>

1. Ciência da informação – Filosofia. 2. Teoria da informação. 3. Tecnologia da informação.  
4. Big data. 5. Semiótica. I. Almeida, Carlos Cândido de. II. Vitti-Rodrigues, Mariana. III. Série.

CDD 020.01

Telma Jaqueline Dias Silveira –Bibliotecária – CRB 8/7867

*Agradecimento*

O presente trabalho é resultado das atividades decorrentes das bolsas recebidas pelos organizadores do livro, a saber:

MARIANA VITTI-RODRIGUES

Bolsa de Pós-Doutorado (Brasil) - Processo FAPESP n. 2020/03134-1

Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (Inglaterra) - Processo FAPESP n. 2023/01408-5.

CARLOS CÂNDIDO DE ALMEIDA

Bolsa de Produtividade em Pesquisa CNPQ - Processos n. 316198/2021-8 e n. 309086/2025-6.

Os organizadores agradecem o apoio recebido para a realização deste projeto.

Editora afiliada:



Associação Brasileira de  
Editoras Universitárias

Cultura Acadêmica é selo editorial da Editora UNESP

Oficina Universitária é selo editorial da UNESP - campus de Marília



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

# SUMÁRIO

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| <b>PREFÁCIO .....</b> | <b>9</b> |
| Max Rogério VICENTINI |          |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO .....</b> | <b>11</b> |
| Mariana VITTI-RODRIGUES   |           |
| Carlos Cândido de ALMEIDA |           |

## PARTE I - INFORMAÇÃO E FILOSOFIA

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. NOTAS PARA UMA TEORIA INTEGRATIVA DA<br/>INFORMAÇÃO .....</b> | <b>19</b> |
| Valdirene Aparecida PASCOAL                                         |           |
| Maria Eunice Quilici GONZALEZ                                       |           |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. INFORMAÇÃO PARA PERCEPÇÃO DIRETA:<br/>“A NATUREZA TAMBÉM SOMOS NÓS!” .....</b> | <b>45</b> |
| Juliana MORONI                                                                       |           |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. CODIFICAÇÃO NEURAL, PROCESSAMENTO<br>INFORMACIONAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS ..... | 79 |
| Diogo Fernando MASSMAN                                                               |    |

## **PARTE II - INFORMAÇÃO E TECNOLOGIA**

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. A ABORDAGEM QUANTITATIVA DA INFORMAÇÃO: A<br>TEORIA MATEMÁTICA DA COMUNICAÇÃO ..... | 121 |
| Marcos Antonio ALVES                                                                   |     |
| 5. INFORMAÇÃO DE SHANNON .....                                                         | 153 |
| João Eduardo KOGLER JUNIOR                                                             |     |
| 6. PROBLEMAS DOS BIG DATA .....                                                        | 187 |
| Ricardo Peraça CAVASSANE                                                               |     |
| Felipe Sobreira ABRAHÃO                                                                |     |
| Itala Maria Loffredo D'OTTAVIANO                                                       |     |

## **PARTE III - INFORMAÇÃO, SEMIÓTICA E CRIATIVIDADE**

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 7. INFORMAÇÃO E SEMIOSE .....                                         | 205 |
| Mariana VITTI-RODRIGUES                                               |     |
| 8. O CONCEITO LÓGICO DE INFORMAÇÃO DE<br>CHARLES SANDERS PEIRCE ..... | 237 |
| Alexandre Augusto FERRAZ                                              |     |
| 9. INFORMAÇÃO E CRIATIVIDADE COMPUTACIONAL ...                        | 255 |
| Ricardo Ribeiro GUDWIN                                                |     |

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| GLOSSÁRIO .....            | 283     |
| Carlos Cândido de ALMEIDA  |         |
| Mariana VITTI-RODRIGUES    |         |
| <br>PARA SABER MAIS .....  | <br>301 |
| Carlos Cândido de ALMEIDA  |         |
| Mariana VITTI-RODRIGUES    |         |
| <br>SOBRE OS AUTORES ..... | <br>311 |



# PREFÁCIO

Pensar a informação é, antes de tudo, refletir sobre nosso tempo. Não se trata apenas de um conceito acadêmico ou tecnológico, mas do tecido vivo que permeia nossas relações, nossa compreensão do mundo e nossos modos de existência. É nesse horizonte que a obra “Estudos Pluridisciplinares da Informação: Filosofia, Tecnologia e Semiótica”, organizada por Carlos Cândido de Almeida e Mariana Vitti-Rodrigues, colegas dedicados cujos esforços resultaram numa contribuição instigante e essencial, se apresenta.

Foi com grande alegria que aceitei o convite para prefaciар esta obra. Embora estivesse fisicamente afastado dos encontros e discussões que inspiraram a escrita e organização deste livro, sinto-me profundamente vinculado aos esforços intelectuais que, há mais de três décadas, vêm sendo realizados na UNESP de Marília e que contribuíram de maneira decisiva para esta publicação. Minha trajetória sempre esteve entrelaçada aos grupos de estudos sobre Peirce e Informação daquela instituição, espaços de reflexão coletiva, investigação rigorosa e diálogo interdisciplinar, com os quais tenho o privilégio de cooperar há muitos anos. Este livro representa um dos frutos mais significativos dessas iniciativas, resultado de um esforço colaborativo que atravessou debates teóricos, pesquisas detalhadas e um compromisso comum com o rigor intelectual e a abertura ao novo.

Este livro oferece mais que um mosaico interdisciplinar: propõe um verdadeiro diálogo entre filosofia, tecnologia e semiótica, enfrentando as grandes questões contemporâneas com profundidade conceitual e clareza

crítica. Em suas páginas, somos convidados a pensar como signos, dados e algoritmos moldam nossa percepção da realidade, interferindo diretamente nas dinâmicas sociais, éticas e epistemológicas do presente.

Destaca-se especialmente a influência filosófica de Charles S. Peirce, que compreende a informação como fenômeno dinâmico e relacional, rompendo visões reducionistas e ampliando a reflexão para uma dimensão ecológica e existencial. Paralelamente, o diálogo crítico com a Teoria Matemática da Comunicação de Claude Shannon e com os desafios emergentes dos Big Data reforça a importância de uma compreensão que transcenda a dimensão tecnológica, incorporando suas implicações éticas e sociais.

Outro aspecto notável da obra é a abordagem da criatividade computacional, na qual questões filosóficas e semióticas entrelaçam-se às tecnologias digitais, levantando debates essenciais sobre a interação humano-máquina, originalidade, inovação e os limites éticos da inteligência artificial. Essa perspectiva é crucial para compreender o significado da criatividade no contexto digital e refletir sobre o futuro da cognição humana diante da crescente automação.

Com rigor e clareza, esta obra nos instiga a questionar, refletir e imaginar novos modos de lidar com os fenômenos informacionais em nosso cotidiano. Trata-se, portanto, de uma contribuição relevante e estimulante, tanto para acadêmicos quanto para todo aquele que reconhece na informação um dos desafios mais complexos e promissores de nosso tempo.

“Estudos Pluridisciplinares da Informação” é um convite à reflexão crítica e criativa sobre como concebemos e interagimos com o mundo mediado pela comunicação e pelos processos informacionais. A obra oferece um fio condutor essencial para percorrer o complexo labirinto da informação, abrindo caminhos de compreensão em meio às incertezas de nosso tempo.

*Maringá, 21 de março de 2025*

*Dr. Max Rogério VICENTINI*

*Departamento de Filosofia e do Programa de Pós-Graduação  
em Filosofia da Universidade Estadual de Maringá*

# APRESENTAÇÃO

*Mariana VITTI-RODRIGUES*

*UNESP*

*mvittirodrigues@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-4764-2575>*

*Carlos Cândido de ALMEIDA*

*UNESP*

*carlos.c.almeida@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-8552-1029>*

Por ser complexo e aplicado em muitas áreas do conhecimento, o conceito de informação se torna polissêmico, dificultando seu entendimento, podendo gerar confusões conceituais devido ao seu caráter multifacetado. É possível encontrar diversas abordagens que tentam definir tal conceito, dentre elas abordagens metodológicas, ontológicas, epistemológicas, lógicas, éticas, semióticas e ecológicas.

Segundo Gonzalez, Nascimento e Haselager (2004), a origem do conceito de informação no ocidente pode ser reconhecida nas ideias de

Hartley e Szilard, no estudo da segunda lei da termodinâmica, segundo a qual a quantidade de entropia (desordem) de um sistema fechado tende ao aumento. Neste sentido, a caracterização de informação está relacionada com a quantidade de ordem e desordem em um determinado sistema.

Seguindo na mesma direção, Shannon e Weaver (1949) desenvolvem a Teoria Matemática da Comunicação (MTC), na qual relacionam o conceito de informação a uma medida de redução da incerteza. Neste sentido, a noção de informação é desvinculada da noção de significado; o que importa é medir a quantidade de escolhas na seleção de uma mensagem, e não o conteúdo da mensagem veiculada.

Unindo às ideias contidas na Teoria Matemática da Comunicação ao problema do conhecimento, o filósofo c define, em seu livro “Knowledge and Flow of Information” o conceito de informação como uma *commodity*, mente-independente, capaz de produzir conhecimento em um receptor adequado a recebê-la. Nas palavras do autor: “Informação é uma *commodity* que, dado o receptor correto, é capaz de produzir conhecimento. O que podemos aprender, em termos tanto de conteúdo quanto de quantidade, é limitado pela informação disponível” (Dretske, 1981, p. 47, tradução nossa). Neste contexto, Dretske (1981) ressalta que a informação está intrinsecamente relacionada à verdade, uma vez que não depende do sujeito, pois veicula o conteúdo presente na fonte de modo fiel, numa relação de dependência nômica entre fonte e sinal. Adams (2003), leitor de Dretske, assinala que o conceito de informação está intrinsecamente relacionado com a noção de verdade, no sentido em que *indica* eventos e a relação entre eventos: “algo só carrega informação que p, se p” (Adams, 2003, p. 476, tradução nossa).

Entretanto, esta preocupação com a verdade não se estabelece em todos os estudos acerca da noção de informação. Os teóricos da ciência da informação (Le Coadic, 2004; Pinheiro, 2004; Robredo, 2003; Smit; Barreto, 2002) se preocupam com a relação entre informação e usuário, institucionalizando a noção de informação. Neste contexto, o conceito de informação, para eles, é visto como dado trabalhado que possibilita o aumento do conhecimento do usuário (vide “Estudos pluridisciplinares da

informação: ciência da informação, ética e linguagem”, Coleção Estudos em Ciência da Informação; 3).

Sintetizando a noção de informação no que concerne a área da Ciência da Informação, Smit e Barreto (2002, p. 21-22) assinalam:

Informação – estruturas simbolicamente significantes, codificadas de forma socialmente decodificável e registradas (para garantir permanência no tempo e no espaço) e que apresentam a competência de gerar conhecimento para o indivíduo e para o seu meio. Estas estruturas significantes são estocadas em função de um uso futuro, causando a institucionalização da informação.

Segundo os teóricos da ciência da informação, a informação terá que ser institucionalizada para agir como tal, isto é, estar registrada para poder ser recuperada, adquirindo relevância no momento em que for útil a um usuário específico. Neste sentido, falar de informação é inseri-la num contexto sociocultural, em que usuários possam recuperá-la para ampliar a representação que realizam do mundo.

Como é de se presumir, o diálogo entre cientistas da informação, cientistas da computação, filósofos e outros especialistas e as convenções sobre os termos de toda e qualquer discussão nem sempre são fáceis de atermar.

A ideia original de reunir os estudos da ciência da informação, ciência da computação, filosofia e outras áreas sobre o tema informação ficou extremamente complexa, como devia de ser. Para tanto, foi recomendado separar o projeto em duas coletâneas: a primeira, que ora se apresenta, intitulada “Estudos pluridisciplinares da informação: filosofia, tecnologia e semiótica” (Coleção Estudos em Ciência da Informação; 2) e a segunda, intitulada “Estudos pluridisciplinares da informação: ciência da informação, ética e linguagem” (Coleção Estudos em Ciência da Informação; 3). A leitura do conjunto permitirá uma compreensão mais adequada das perspectivas realistas e relativistas da informação, embora estas classificações não sejam sempre as mais adequadas para abarcar a complexidade das contribuições dos diversos autores. Este volume, em especial, enfatiza abordagens realistas da informação que desvinculam informação de significado,

possibilitando uma reflexão sob uma perspectiva objetiva da informação no âmbito dos problemas atuais.

O livro está organizado em três partes, as quais procuram reunir as contribuições dos mais diversos especialistas brasileiros sobre a informação. Inaugura as seções do livro, a primeira parte dedicada à reflexão filosófica da informação, com os capítulos de Valdirene Aparecida Pascoal, em parceria com Maria Eunice Quilici Gonzalez, no qual as autoras elaboram um mapa conceitual sobre as diferentes perspectivas de análise do conceito de informação propondo uma teoria integrativa da informação, significado e conhecimento. O capítulo desenvolvido por Juliana Moroni apresenta a noção de informação ecológica ao introduzir noções centrais da filosofia ecológica como as de nicho, *affordance*, percepção direta e significado. Por fim, Diogo Massman introduz uma noção neurocientífica de processamento informacional ao apresentar o problema mundo-cérebro-representações e explorar os conceitos de codificação neural e representação mental.

A segunda parte do livro apresenta noções quantitativas de informação introduzindo a problemática da tecnologia e conta com as contribuições teóricas de Marcos Antonio Alves relativas à teoria quantitativa da informação, explicitando a relevância deste estudo para a análise semântica e pragmática da informação. O capítulo de João E. Kogler Jr. explora aspectos fundamentais da teoria de Shannon ao situá-la historicamente e discorrer sobre sua influência na ciência e tecnologia. O capítulo dos autores Ricardo Peraça Cavassane, Felipe S. Abrahão e Itala M. Loffredo D'Ottaviano apresenta e discute as implicações de novas tecnologias da informação e comunicação introduzindo o paradoxo dos Big Data e sua relação com a aquisição de conhecimento.

A terceira parte busca sistematizar as contribuições semióticas e peirceanas sobre a informação, contando com o trabalho de Mariana Vitti-Rodrigues que apresenta os principais elementos da teoria geral dos signos de Charles S. Peirce para fundamentar uma análise semiótica da informação e os capítulos de Alexandre Augusto Ferraz, sobre o conceito lógico-proposicional de informação desenvolvido por Peirce, e o capítulo de Ricardo R. Gudwin, concernente ao tema informação e criatividade,

questiona a possibilidade de máquinas serem criativas ao explorar a relação entre originalidade e aleatoriedade algorítmica.

Para facilitar o processo de compreensão dos assuntos ao leitor que está sendo introduzido ao assunto, acrescentou-se um breve “Glossário” com termos técnicos centrais, formado por definições fornecidas pelos próprios especialistas. Além disso, agregou-se a seção “Para saber mais”, dedicada a compilar a bibliografia básica para compreender os argumentos principais dos capítulos. Os apêndices relativos ao “Glossário” e “Para saber mais” incluem os verbetes e a bibliografia pertencentes às duas coletâneas: “Estudos pluridisciplinares da informação: filosofia, tecnologia e semiótica” e “Estudos pluridisciplinares da informação: ciência da informação, ética e linguagem”. Essas duas seções ajudarão os estudantes universitários e a comunidade externa a aprofundar-se nas temáticas tratadas.

Em síntese, é intenção do livro elevar o nível de integração entre os especialistas sobre as diversas faces da informação e seu impacto na ciência e na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, F. The informational turn in philosophy. *Minds and machines*, Dordrecht, n. 13, p. 471-501, Nov. 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026244616112>. Acesso em: 20 out. 2023.
- DRETSKE, F. I. *Knowledge and the flow of information*. Oxford: Blackwell, 1981.
- GONZALEZ, M. E. Q.; NASCIMENTO, T. C. A.; HASELAGER, W. F. G. Informação e conhecimento: notas para uma taxonomia da informação. In: FERREIRA, A.; GONZALEZ, M. E. Q.; COELHO, J. G. (ed.). *Encontro com as ciências cognitivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2004. v. 4, p. 195-220.
- LE COADIC, Y. F. *A ciência da informação*. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos, 2004.
- PINHEIRO, L. V. R. Informação: esse obscuro objeto da ciência da informação. *Revista Morpheus: estudos interdisciplinares em memória social*, Niterói, v. 3, n. 4, 2004. Disponível em: <https://seer.unirio.br/morpheus/article/view/4108>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- ROBREDO, J. *Da ciência da informação revisitada aos sistemas humanos de informação*. Brasília, DF: Thesaurus, 2003. 245 p.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of information*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SMIT, J. W.; BARRETO, A. A. Ciência da informação: base conceitual para a formação do profissional. In: VALENTIM, M. L. P. (org.). *Formação do profissional da informação*. São Paulo: Polis, 2002. p. 9-24.

**PARTE I**

**INFORMAÇÃO E**

**FILOSOFIA**



# 1

## NOTAS PARA UMA TEORIA INTEGRATIVA DA INFORMAÇÃO *NOTES FOR AN INTEGRATIVE THEORY OF INFORMATION*

*Valdirene Aparecida PASCOAL*

*UNESP*

*valdirene.pascoal@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-3695-6560>*

*Maria Eunice Quilici GONZALEZ*

*UNESP*

*eunice.gonzalez@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-3837-4644>*

**Resumo:** Na contemporaneidade debatem-se exaustivamente as consequências e os usos da informação; no entanto, existem lacunas significativas no entendimento da natureza ontológica, epistemológica e social desse fenômeno. Este capítulo tem como objetivo primordial desenvolver um mapa conceitual abrangente das principais perspectivas filosófico-científicas relacionadas ao conceito de informação, dada a nossa compreensão atual limitada acerca da natureza da informação. Buscamos evidenciar a relevância de uma Teoria Integrativa da informação em meio à era da pós-verdade, destacando a Teoria da Informação proposta por Charles S. Peirce como um alicerce fundamental para organizar uma gama diversificada e interdisciplinar de conceitos sobre informação. Ademais, a Teoria Integrativa da Informação reassume um papel crucial em sociedades onde a informação perde sua integridade e imediatismo em relação ao conhecimento, cedendo espaço para narrativas com um potencial significativo de manipulação. Nesse contexto, este capítulo busca elucidar a construção e a origem de teorias da informação tanto na Filosofia quanto na Ciência da Informação, demonstrando a interconexão entre essas áreas e sua capacidade de apresentar um conceito sistêmico de informação.

**Palavras-chave:** informação, sistemas complexos, teoria integrativa da informação, filosofia peirceana, teoria da informação.

**Abstract:** Contemporarily, the consequences and uses of information are debated at length; however, significant gaps exist in the understanding of the ontological, epistemological, and social nature of this phenomenon. The main aim of this chapter is to develop a comprehensive conceptual map of the main philosophical-scientific perspectives related to the concept of information, given our current limited understanding of the nature of information. We highlight the relevance of an Integrative Theory of information in the midst of the post-truth era, highlighting the Information Theory proposed by Charles S. Peirce as a fundamental foundation for organizing a diverse and interdisciplinary range of concepts about information. Furthermore, Integrative Information Theory takes on a crucial role in societies where information loses its integrity and immediacy in relation to knowledge, giving way to narratives with significant potential for manipulation. In this context, this chapter seeks to elucidate the construction and origin of theories of information in philosophy and information science, demonstrating the interconnection between these areas and their ability to present a systemic concept of information.

**Keywords:** information, complex systems, integrative information theory, Peircean philosophy, information theory.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de informação, em suas variadas particularidades e definições, é objeto de estudo em muitas áreas de conhecimento, seja de maneira aplicada, teórica ou interdisciplinar. De acordo com Capurro (2009), o termo informação tem suas raízes na palavra latina *informare*, cujo significado é dar forma. Capurro (2009) também afirma que na Idade Média e no Renascimento “Informar” significava comunicar notícias a alguém, no sentido de dar forma aos acontecimentos. Gleick (2013), retomando a trajetória histórica do conceito de informação, ressalta o seu significado a partir da comunicação por tambores na África, cujo ritmo despretensiosamente deu origem ao código *Morse*.

A origem do conceito de informação perpassa a criação de alfabetos, invenções como telégrafo, os primeiros computadores, estudos recentes de genética e da onipresente Inteligência Artificial. Sendo o conceito de informação polissêmico, o seu significado volta aos debates acadêmicos com grande frequência, muitas vezes, erroneamente através de perspectivas relativistas, estimulando a impressão de que quase tudo é informação. No entanto, há uma máxima que afirma: “se tudo é informação, nada é informativo”. Nesse cenário, a questão geral que direcionará nossa reflexão pode ser assim resumida: o que é isso que chamamos de informação?

Entendemos que Charles Sanders Peirce (1839-1914), no século XIX, no cerne de sua filosofia, propôs uma Teoria da Informação que alicerça diversas concepções contemporâneas desse conceito. Antes mesmo da explosão de tecnologias da informação e comunicação, o filósofo se preocupava com a capacidade que a informação tem de influenciar ações e direcionar condutas. De modo geral, Peirce caracteriza a informação como um processo semiótico fundamentado em comunicação, forma, verdade e ação.

Com o objetivo de ressaltar a importância de uma Teoria Integrativa da Informação, na era da pós-verdade, sem recair no erro positivista de uma unidade metodológica das ciências, indicaremos, neste capítulo, aspectos da Teoria da Informação proposta por Peirce que possibilitam sistematizar uma abordagem interdisciplinar do conceito de informação. Argumentamos que uma Teoria Integrativa da Informação pode desem-

penhar um papel crucial em sociedades em que a informação perde sua característica e proximidade com o conhecimento, dando lugar às narrativas com grande potencial de manipulação. Nesse sentido, apresentamos neste capítulo uma trajetória da construção e origem de teorias da informação, na Filosofia e na Ciência da Informação, indicando interligação dessas áreas no que concerne à possibilidade de apresentar um conceito sistêmico de informação.

## 2 TEORIAS DA INFORMAÇÃO NA FILOSOFIA

Capurro e Hjørland (2007) sugerem que a história de uma palavra delimita o processo de construção de um conceito. No caso da palavra informação, os seus usos foram responsáveis pela sua significação. Dessa forma, os autores consideram que essa perspectiva inclui características como novidade e relevância, ou seja, refere-se ao processo de transformação do conhecimento. Nesse sentido, eles investigam por que e quando os significados do conceito de informação foram designados em suas relações com definições científicas.

Embora a Filosofia reúna, principalmente, temas e questões do conhecimento há séculos, o conceito de informação foi investigado sistematicamente, como indicamos, apenas no século XIX por Peirce. Segundo Adams (2003) estudos sobre a natureza da informação foram retomados com a Virada Informacional da Filosofia, desencadeada com a publicação do artigo: *“Computing Machinery and Intelligence”*. Nesse artigo, Turing (1950) antecipa os meandros da Inteligência Artificial ao questionar se uma máquina poderia pensar de forma inteligente.

No mesmo período de pós-segunda guerra, o mundo foi alterado radicalmente com o desenvolvimento da Teoria Matemática da Comunicação de Shannon e Weaver (1949). A partir de então, questões técnicas sobre a transmissão, significado e impacto da informação na conduta passaram a vigorar entre os estudiosos de diversas áreas. Adams (2003) considera que a Virada Informacional na Filosofia foi o ápice para que questões acerca de projeto naturalista da mente passassem a ser investigadas. Autores como Dretske (1981, 1988, 1995), Gibson (1966, 1986), Bateson (1979, 2002)

e Large (2003) são os principais nomes quando se trata da discussão da informação no contexto da Filosofia da Mente e da Ação.

De acordo com Vitti-Rodrigues, Gonzalez e Matulovic (2017), a origem e o significado do conceito de informação podem ser analisados na Filosofia em pelo menos cinco planos, os quais resumimos a seguir: (1) metodológico, (2) epistemológico, (3) ontológico, (4) ético, e (5) lógico-semiótico. Tais planos englobam as principais questões referentes ao desenvolvimento e à aplicação do conceito de informação, com o intuito de mitigar confusões conceituais.

O plano (1), metodológico, de análise do conceito de informação refere-se à formulação de estratégias eficientes para transmissão de informação. De acordo com Vitti-Rodrigues, Gonzalez e Matulovic (2017) o plano de análise metodológico está alicerçado na relação transmissor/receptor no compartilhamento de mensagens; dessa forma, métodos são desenvolvidos para medir a quantidade de informação transmitida para um receptor, a partir de uma fonte conectada a um canal de comunicação, com o menor ruído possível.

A Teoria Matemática da Comunicação (daqui para frente TMC) desenvolvida por Shannon e Weaver é fundamental no desenvolvimento do plano metodológico de análise Matemática da informação. De acordo com Gonzalez, Nascimento e Haselager (2004), Shannon e Weaver não definem detalhadamente o conceito de informação, pois se preocupam com a medida de informação de mensagens. No entanto, é possível inferir uma definição de informação relacionada ao processo de redução de incerteza na escolha das mensagens na TMC.

A TMC também não trata de aspectos semânticos das mensagens; seu foco está em classificá-las, diferenciá-las de modos que a informação expresse a quantidade de escolhas existentes em um conjunto de dados. Quanto maior a liberdade de escolha, maior será a medida de informação disponível, sendo desejável, idealmente, uma quantidade menor de ruído e interrupções entre o emissor e receptor, evitando falhas no processo de comunicação. Contudo, nos modelos da TMC, a quantidade de ruído depende apenas do canal e não da quantidade de informação transmitida.

Em síntese, o plano metodológico, destinado à análise do conceito de informação, propõe estratégias eficazes para a transmissão de dados de uma fonte para um receptor. Vitti-Rodrigues, Gonzalez e Matulovic (2017) destacam que o plano metodológico está fundamentado no sistema de comunicação entre transmissor e receptor de sinais durante o compartilhamento de mensagens. Nesse sentido são desenvolvidos, em especial na engenharia e na inteligência artificial, métodos para quantificar a informação transmitida através de um canal de comunicação. A TMC, concebida por Shannon e Weaver, desempenha um papel crucial no desenvolvimento desse plano de análise. Na TMC, são propostos dois tipos de problemas relativos à informação:

- Problemas técnicos associados à quantidade máxima de informação que um canal pode transmitir. Isso aborda questões sintáticas, focalizando a área de interesse da TMC.
- Problemas pragmáticos referentes à eficiência na transmissão de mensagens com um mínimo de erros na recepção.

Cabe ressaltar que os estudos de Wiener (1948), na Cibernética, também foram fundamentais na formação de uma teoria alternativa à TMC sobre a informação, conforme destacado por Gonzalez, Nascimento e Haselager (2004). Em especial, a Cibernética elaborada por Wiener (1948), inspirada na biologia, foi fundamental para o desenvolvimento de teorias da informação na robótica, fundada nos conceitos de retroalimentação (causalidade circular) e auto-organização.

O plano (2), epistemológico, de análise da informação abrange a investigação das bases teóricas, fundamentos e métodos envolvidos na compreensão da natureza do conhecimento e da informação. Nesse contexto, a epistemologia focaliza, entre outras questões fundamentais, a justificação do conhecimento em sua relação com informação, incluindo a análise de sua origem e natureza: informação é uma entidade objetiva, que possui existência independente de elementos subjetivos. Pesquisadores na área de epistemologia investigam processos de aquisição, armazenamento e disse-

minação do conhecimento, bem como a validade, confiabilidade e o alcance das fontes de informação contextualmente situadas.

Questões sobre os limites do conhecimento humano e sua aplicabilidade, bem como aspectos éticos relacionados à disseminação e uso da informação, também são áreas de interesse do plano epistemológico da informação. Nesse sentido, o plano epistemológico da informação é crucial para uma compreensão das bases teóricas que sustentam a construção, transmissão, validade e alcance do conhecimento, fundamentado em informação.

O trabalho de Dretske (1981) exemplifica a aplicação do conceito de informação que foi inicialmente influenciada pela TMC. Inspirado nas ideias de Shannon, Dretske (1981) caracteriza, em sua obra *"Knowledge and the Flow of Information"*, informação como uma "commodity", uma mercadoria, um indicador objetivo de relações, cuja existência independe da interpretação de qualquer mente consciente. Propondo uma teoria naturalista de informação para o estudo do significado, Dretske (1981) ressalta o componente semântico da informação que, em sua concepção, reflete a especificação de sinais relacionados às estruturas ou aos eventos no mundo.

Ao considerar informação como uma *commodity* objetiva, Dretske (1981) destaca que seu significado emerge da interpretação dos agentes, sendo o conhecimento desenvolvido nessa relação entre significado e interpretação. Ele argumenta que o conhecimento é possível quando está fundamentado em informação objetivamente representada no contexto dos agentes. Assim, para Dretske (1981), a informação é crucial na produção de conhecimento, porém, sua existência depende da mensagem transmitida ser um sinal correspondente à realidade da fonte. Ele ilustra essa hipótese com o exemplo de nuvens escuras como um sinal indicativo de chuva: a situação das nuvens corresponde a um evento no mundo que transmite a informação sobre a iminência da chuva.

A abordagem semântica da informação proposta por Dretske (1981) busca fundamentar a hipótese de que o conhecimento é crença verdadeira justificada por meio de informação. Ele desenvolve uma fórmula para va-

lidar essa hipótese, segundo a qual a crença de que algo é verdadeiro deve se fundamentar em informação sobre esse algo. Nesse sentido, o conteúdo informacional, para Dretske (1981), reflete a correspondência entre eventos reais e eventos representados por sinais, cuja transmissão e recepção dependem, também, de conhecimento acumulado pelo receptor. Ele utiliza o exemplo do “jogo do amendoim” para ilustrar sua hipótese: duas pessoas precisam localizar um amendoim escondido sob quatro conchas. A primeira pessoa, A, tendo a oportunidade de descartar duas opções sobre a localização do amendoim, possui menos incerteza na escolha do local do amendoim do que a pessoa B, que não possui tal oportunidade, evidenciando que o acesso à informação, ao reduzir a incerteza sobre a fonte, facilita a aquisição de conhecimento. Quanto mais se sabe sobre a origem e a qualidade da informação, maior a clareza e precisão no processo de tomada de decisão.

O plano de análise ontológica da informação, por sua vez, tem sido uma área de estudo bastante impactante na filosofia. Diversos filósofos contribuíram para a compreensão da natureza fundamental da informação e seu papel na realidade. Luciano Floridi (2011), por exemplo, na obra *“The Philosophy of Information”*, delinea a relevância ontológica da informação ao propor que esta não apenas desempenha um papel instrumental na sociedade humana, mas também é uma entidade constitutiva do universo. Ele argumenta que a informação tem um papel ativo na estruturação da realidade, interagindo com outros elementos fundamentais da existência.

Além de Floridi, Gilbert Simondon (1958), em *“On the Mode of Existence of Technical Objects”*, propõe uma análise ontológica da informação ao contextualizá-la nos processos de individuação. Simondon (1958) sugere que a informação é um elemento constituinte dos processos de diferenciação e individuação de sistemas e seres. Nessa visão, a informação não apenas representa, mas desempenha um papel ativo na formação e no desenvolvimento dos sistemas complexos.

Tais filósofos, com abordagens e teorias diferentes, contribuem para a compreensão da ontologia da informação, fornecendo perspectivas distintas e complementares. Suas análises vão além da concepção convencional da informação como mero conteúdo mental, oferecendo *insights*

sobre como a informação pode ser considerada uma entidade que interage e influencia ativamente a estrutura da realidade. Essas contribuições são essenciais para uma compreensão da filosofia da informação e de suas implicações no entendimento da natureza do universo e do conhecimento humano; entretanto, elas ainda não fornecem respostas sobre a materialidade (ou não) da informação.

Na filosofia da informação, o plano ético se concentra na reflexão sobre princípios morais, responsabilidades e valores associados à produção, disseminação, ao acesso e uso da informação na sociedade. Rafael Capurro e Luciano Floridi são importantes referências nessa área, cada um com contribuições distintas que enriquecem essa discussão.

Capurro (2010), em suas reflexões sobre a ética da informação, destaca a necessidade de considerar a dimensão ética intercultural na era da informação. O autor enfatiza que o acesso equitativo à informação e seu uso ético são fundamentais para promover justiça social, igualdade e respeito aos direitos individuais. Dessa forma, ele ressalta a importância de desenvolver princípios éticos que orientem a produção e o compartilhamento de informação, além de considerar os impactos sócio-éticos das tecnologias da informação.

Por outro lado, Luciano Floridi (2013) propõe a Ética da Informação como um campo de estudos, explorando a ética na sociedade da informação. Em sua obra *“The Ethics of Information”*, Floridi (2013) introduz o conceito de “infosfera” - um ambiente informacional que engloba todas as entidades informativas no espaço digital e físico. Floridi (2013) argumenta que a ética da informação deve considerar a moralidade do ambiente informacional, concentrando-se não apenas nas ações individuais, mas também nos sistemas informacionais em geral e suas implicações éticas.

Outros filósofos da informação também contribuem para o debate ético; John Weckert (2019), por exemplo, explora questões éticas relacionadas à privacidade, segurança e responsabilidade na era digital em obras como *“Computer Ethics”*. Já Luciano Paccagnella (2011), em *“Ethics in Communication”*, discute a ética da comunicação e os impactos éticos das tecnologias de informação e comunicação (TICs) na sociedade. Esses pen-

sadores evidenciam a importância de considerar não apenas a disponibilidade e acessibilidade da informação, mas também as implicações éticas de seu uso e disseminação. Suas contribuições fundamentam uma discussão aprofundada sobre o estabelecimento de diretrizes éticas na era da informação, buscando promover um uso responsável e ético da informação em vários níveis da sociedade.

Em relação ao plano lógico-semiótico, os trabalhos de Thellefsen, Thellefsen e Sorensen (2013), Stjernfelt (2013), Bellucci (2019), Silveira (2008), entre outros, fornecem parâmetros diversificados do conceito de informação proposto por Peirce, em relação aos signos e suas implicações para a construção do conhecimento, em busca da verdade. Esses trabalhos incentivam uma exploração profunda da complexidade inerente ao conceito de informação e convidam os estudiosos a considerar a sua natureza multifacetada em várias disciplinas acadêmicas.

O conceito de informação lógico-semiótica, desenvolvido originalmente por Peirce, foi explorado, entre outros, por Thellefsen, Thellefsen e Sorensen (2013), que oferecem uma arcabouço conceitual para entender a natureza da informação nos domínios da lógica e da semiótica. Inspirado em Peirce, eles desafiam a dicotomia tradicional de perspectivas objetivas e subjetivas ao reconhecer que a informação está intrinsecamente entrelaçada com signos. Nesse contexto, a doutrina das proposições proposta por Peirce, conhecida como Dicissigno, foi discutida por Stjernfelt em 2013, que ressalta a iniciativa de Peirce, que ao expandir a compreensão convencional de proposições para incluir ocorrências pré-linguísticas e pré-humanas de signos, explicita sua natureza semiótica e amplia o seu escopo da significação além da linguagem humana. As ideias de Peirce foram também exploradas por Bellucci (2019) que desafia a visão tradicional da lógica como uma disciplina puramente formal e abstrata. Seguindo as trilhas de Peirce, ele argumenta que a lógica deve ser abordada como o estudo dos signos e seu funcionamento. Essa perspectiva vai além de uma visão tradicional, possibilitando caminhos plurais da lógica, que reúne não apenas signos linguísticos, mas também signos não linguísticos e suas miríades de relações.

No contexto da construção do conhecimento nas organizações sociais, Coelho Netto (2019) discute o conceito de informação proposto por Peirce, esclarecendo o processo de transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito. Essa transformação ocorre por meio de testes pragmáticos das representações geradas na manipulação de símbolos e a formação de novos hábitos mentais. A partir da estrutura da informação lógico-semiótica elaborada por Peirce, ele destaca a importância da comunicação significativa e o papel dos signos na construção e disseminação do conhecimento em contextos organizacionais.

Entre os filósofos brasileiros, destaca-se a contribuição fundamental de Silveira (2008), que, ao trilhar o caminho de pesquisa desenvolvido por Peirce sobre informação, evidencia as implicações da informação proposicional na relação entre a extensão e a profundidade do conhecimento. Peirce (1931, CP 2.407), em *"The Collected Papers"*, apresenta reflexões sobre os conceitos de extensão e profundidade, destacando que a extensão de conceitos ou termos define uma classe de objetos ou sujeitos aos quais o conceito ou termo pode ser aplicado. De maneira geral, a extensão de um termo corresponde ao conjunto de objetos aos quais ele se refere, enquanto a profundidade se refere à especificidade e às propriedades desses objetos. Embora essa relação seja verdadeira para proposições analíticas, Peirce argumenta que, para proposições sintéticas, que indicam a possibilidade de se descobrir a verdade sobre seus objetos, a relação entre amplitude e profundidade é mais complexa e dependente do contexto.

Silveira (2008) enfatiza ainda a importância de se compreender a informação a partir de uma estrutura sistêmica em filosofia. Ele sugere que uma abordagem sistêmica facilita a exploração das intrincadas relações e interações entre informação e signos, levando a uma compreensão da própria noção de significado. Thellefsen, Thellefsen e Sorensen (2013) também afirmam que uma abordagem sistêmica permite um estudo integrado e interdisciplinar da informação, preenchendo a lacuna entre vários campos, como filosofia, semiótica e ciência da informação.

Em síntese, como buscamos indicar, os planos de análise da informação na filosofia são plurais e intrincados, e não perpassam apenas a Filosofia. De acordo com Silveira (2008), Thellefsen, Thellefsen e Sørensen

(2013), adotar uma abordagem sistêmica para entender informação no campo da filosofia tem um valor significativo. De modo geral, os autores aqui mencionados argumentam que a abordagem sistêmica, integrada, da informação indica caminhos para a compreensão da natureza e do papel da informação na ação e no conhecimento.

### 3 TEORIAS DA INFORMAÇÃO NA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Como indicamos na seção anterior, por volta dos anos 50 surge um movimento designado por Adams (2003) como a Virada Informacional da Filosofia, reconhecendo a primazia da informação e da tecnologia na formação de perspectivas filosóficas. A hipótese de Adams (2003) é que, após a publicação do artigo de Turing (1950) “*Computing Machinery and Intelligence*”, ocorreu uma mudança na filosofia caracterizada pelo uso do conceito de informação como base para abordar problemas clássicos da filosofia, como as relações entre conhecimento e informação, mente-corpo, percepção-ação e a própria natureza do conhecimento. Gonzalez, Broens e Moraes (2010) apontam que existem dificuldades com a hipótese de Adams, particularmente em relação aos diferentes significados do conceito de informação.

Autores como Luciano Floridi (2011), em suas obras sobre a filosofia da informação, e Manuel Castells (1996, 2000) com suas análises sobre a sociedade em rede, têm sido precursores no estudo dos fundamentos filosóficos da interseção entre informação e tecnologia. Eles reconhecem não apenas a influência da tecnologia na aquisição de conhecimento, mas também na formação de identidades individuais e coletivas e na redefinição de noções éticas, de privacidade e de poder.

Entendemos que o diálogo interdisciplinar entre a filosofia e a ciência da informação, resultante da virada informacional, engloba questões éticas prementes, como a manipulação de dados, a governança algorítmica e as consequências da proliferação tecnológica na sociedade. Ao relacionar-se com a Ciência da Informação, este movimento aprofunda a compreensão da natureza da informação, seu processamento, disseminação e impacto na sociedade.

Paul Otlet (1937) precursor no estudo da organização do conhecimento desde o início do século XX, e Suzanne Briet (1951), com sua visão sobre a natureza documental da informação contribuem para a compreensão da interação entre informação, tecnologia e sociedade. A interseção entre essas áreas ressalta a centralidade da informação na sociedade contemporânea.

Enquanto a filosofia busca investigar o cerne de implicações da informação na existência humana, a Ciência da Informação concentra-se na organização e aplicação prática desse conhecimento. Esses campos, embora distintos em suas ênfases e métodos de investigação, convergem na compreensão da informação como um elemento fundamental na vida moderna e no pensamento humano, reflexo da interdisciplinaridade inerente ao estudo da informação em suas múltiplas dimensões.

Nesse contexto, muitos pesquisadores contribuíram para a efetivação da Ciência da Informação no pós Guerra, retomando o conceito de informação como um dos principais objetos da área. Dentre eles destacamos: Shannon (1949), Briet (1951), Bush (1945), Otlet (1934, 1937), Wiener (1948) e Haythornthwaite (2002).

Suzanne Briet (1951) expandiu a definição de documento argumentando que qualquer objeto capaz de transmitir informação deve ser considerado um documento. A autora contribuiu significativamente para a compreensão da natureza da informação documental. Vannevar Bush (1945), por sua vez, delineou a ideia precursora da Memex, explorando como a tecnologia poderia facilitar a organização e o acesso a grandes volumes de informação, influenciando as futuras abordagens na gestão da informação. Paul Otlet (1934), reconhecido por sua contribuição pioneira na organização do conhecimento, propôs sistemas de classificação e catalogação para lidar com grandes volumes de informação, destacando a importância de sua forma de estruturação e organização eficiente. Já Norbert Wiener (1948), apesar de sua fama na cibernética, também contribuiu para a compreensão da relação entre informação, comunicação e controle em sistemas complexos. Por fim, Caroline Haythornthwaite (2002), uma voz contemporânea, desenvolve relevantes pesquisas sobre redes sociais e interações online, examinando como a tecnologia impacta o compartilha-

mento e o acesso à informação na era digital. Tais autores trazem contribuições substanciais para a compreensão atual da informação na Ciência da Informação, fornecendo perspectivas distintas sobre sua natureza, seu processamento e uso em contextos variados.

Uma dificuldade em alcançar um consenso sobre o conceito de informação na Ciência da Informação é atribuída à natureza multidisciplinar da área, à amplitude do próprio conceito e à sua constante evolução em resposta ao progresso tecnológico. Dessa forma, a pesquisa interdisciplinar na Ciência da Informação, que valoriza sua ligação com outras áreas e a diversidade de perspectivas teóricas, pode contribuir para a elaboração de profícuas definições e abordagens da informação.

Em síntese, uma resposta provisória para a questão geral que direciona a presente reflexão (o que é isso que chamamos de informação?) consiste em constatar que o entendimento do que chamamos de informação depende de diferentes interpretações contextuais, o que dificulta a formulação de uma definição universalmente aceita. A constante evolução tecnológica também desafia as definições estabelecidas, uma vez que novas formas de informação continuam a emergir. Esses fatores possibilitam debates contínuos na busca por uma compreensão abrangente e contextualizada do conceito de informação, porém, a complexidade e a diversidade do tema tornam desafiador a busca por um consenso definitivo na área. No que segue, apresentamos algumas hipóteses provisórias sobre uma teoria unificada de informação.

#### **4 NOTAS PARA UMA TEORIA INTEGRATIVA DA INFORMAÇÃO: FILOSOFIA E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, UMA ABORDAGEM SISTÊMICA**

Presumimos que o desenvolvimento de um conceito unificado de informação possa alterar um paradigma até então estabelecido (talvez seja esse o motivo de tantos pesquisadores se oporem à ideia de unificação). Neste capítulo, a pretensão não é encerrar a discussão ou afirmar que uma teoria unificada da informação resolveria problemas oriundos da “Era da Informação”; visamos apenas sugerir caminhos possíveis para que, aquilo que não é informação e é entendido como tal (como notícias fraudulen-

tas), não afete drasticamente indivíduos ou sistemas coletivos, a democracia ou o desenvolvimento de tecnologias autônomas. Para tanto, sugerimos o termo **teoria integrativa da informação**, cuja análise inicial parte de uma noção perspectivista do conceito, ou seja, assumimos a ideia de que diferentes pontos de vista são complementares, podendo juntos enriquecer a compreensão da verdade. O perspectivismo aqui proposto difere do relativismo, segundo o qual a verdade é sempre dependente de um contexto particular, sem haver um padrão comum ou universal para julgá-la. Em contraste, o perspectivismo preserva a racionalidade e a importância de funções delimitadores de valores de verdade no estudo da informação significativa. Nesse sentido, Chalmers (1999) argumenta que o conceito de massa proposto por Newton tem um significado bem mais preciso do que o de democracia. O autor compreende que a noção de funções específicas é assertiva e definida a partir de valores de verdade bem estabelecidos; em contraste, teorias sociais são mais complexas, admitindo interpretações múltiplas. Nas palavras do autor:

Se fosse válida essa suposição de que existe uma ligação próxima entre a precisão de um significado de um termo ou proposição e a função desempenhada por aquele termo ou proposição em uma teoria, então, a necessidade de teorias coerentemente estruturadas seria derivada diretamente dela (Chalmers, 1999, p. 104-105).

Entendemos que a dificuldade de conceituar univocamente informação surge justamente porque ela transita entre caminhos objetivos e subjetivos, precisos e sociais, disciplinares e interdisciplinares. Por isso, é desafiador defini-la exclusivamente como um conceito social ou uma função determinada. Diante dessa indefinição, podemos adotar provisoriamente uma Teoria Integrativa da Informação, coerentemente estruturada, sem perder de vista seu caráter social. Na verdade, essa abordagem amplia suas características, permitindo a construção de um conceito sistêmico complexo, capaz de fomentar juízos de valor, orientar condutas e contribuir para o avanço científico e tecnológico. Embora pareça um tema consolidado, uma Teoria Unificada da Informação ultrapassaria os limites das estruturas conceituais estabelecidas.

Yagisawa (1999) alerta que no passado existiu uma tendência persuasiva de usar termos e defini-los para impressionar pessoas ou alcançar um certo *status*. É importante esclarecer que uma Teoria Integrativa da Informação não se coaduna, necessariamente, com essa prática; pelo contrário, a preocupação aqui exposta é genuína, ao encarar que a falta de definição ou a multi definição de um conceito acarreta inúmeros problemas com implicações para a ação ética em sociedades industrializadas. Além do mais, especificar qual é a função do conceito de informação na Ciência da Informação, bem como na Filosofia, pode direcionar avanços nessas áreas.

Capurro e Hjørland (2007) argumentam que quando se usa o termo informação na Ciência da Informação é necessário ter em mente que informação é aquilo que é informativo para uma determinada pessoa. Mesmo que aquilo que seja informativo dependa de necessidades interpretativas e habilidades do indivíduo. Essa perspectiva presume que informação é interpretação. Contudo, se a informação depender única e exclusivamente da interpretação, inclusive uma notícia fraudulenta poderia ser considerada informativa. Para evitar esse contrassenso, julgamos que uma teoria unificada da informação seria uma ferramenta crucial no enfrentamento de notícias fraudulentas devido à sua capacidade de oferecer uma estrutura conceitual e metodológica para avaliar criticamente a veracidade e a qualidade da informação. Esse pressuposto foi destacado por autores como Floridi (2011), que enfatiza a necessidade de critérios sólidos na avaliação da informação. Tal teoria proporciona critérios consistentes para discernir a credibilidade das notícias, estabelecendo padrões objetivos e coerentes de análise. Além disso, Jenkins (2006) salienta que uma compreensão mais profunda dos processos de produção, transmissão e recepção da informação é essencial para combater a disseminação de notícias fraudulentas. Uma teoria integrativa da informação poderia contribuir para a identificação de lacunas e vulnerabilidades nesses processos, fornecendo alternativas para prevenir a propagação de desinformação.

A estrutura teórica subjacente a uma teoria unificada da informação também poderia servir de base para a implementação de programas educacionais, conforme proposto por Wineburg e McGrew (2017). Entendemos que a educação crítica sobre avaliação da informação é crucial, e uma teoria

integrativa forneceria a fundação para esses programas, capacitando as pessoas a discernir informação confiável de notícias fraudulentas.

A elaboração de políticas e regulamentações eficazes também seria beneficiada por uma teoria unificada da informação. Nesse sentido, Tsftati e Cappella (2003) destacam a importância de políticas públicas efetivas para lidar com a disseminação de notícias fraudulentas. Uma teoria integrativa ofereceria uma base sólida para a formulação de políticas públicas e regulamentações voltadas para mitigar esse fenômeno na esfera digital e midiática.

Um dos objetivos da Teoria Integrativa da Informação seria adaptar diversas abordagens existentes, e criar um arcabouço conceitual abrangente para compreender a natureza, o fluxo e o significado da informação em várias disciplinas e contextos. Hofkirchner (2008), Marijuán (2008) e Marcos (2008), em busca de uma fundamentação teórica, exploram o tema partindo da argumentação apresentada em uma seção de um livro intitulado “¿Qué es información?”, cujo objetivo em cada um dos capítulos foi propor uma Teoria Unificada da Informação. O ponto de partida dos autores é a necessidade de superar a fragmentação entre as ciências exatas e humanas; o estado atual da investigação científica reflete um conjunto de abordagens monodisciplinares, frequentemente isoladas (Hofkirchner, 2008). Hofkirchner (2008) enfatiza a ideia de desenvolvimento de uma Teoria Unificada da Informação ao discutir três modos de pensamento referentes à unidade e diversidade da informação: sinônimos, analogia e equivocidade. Ele ressalta que cada um desses modos é limitado por se concentrar excessivamente na unidade sem levar em conta a diversidade ou vice-versa (Hofkirchner, 2008).

Nesse sentido, a ideia de “unidade na diversidade” surge como um desafio para compreender a complexidade da informação, integrando a identidade e a diferença, sem favorecer nenhum aspecto da complexidade. A abordagem de Hofkirchner (2008) sugere uma proposta integrativa que se opõe ao reducionismo buscando estabelecer um equilíbrio. Além disso, o autor discute a relação entre uma Teoria Unificada da Informação (UTI) e uma Teoria de Tudo (do inglês, Theory of everything, TOE) ou uma Teoria Unificada de Gravitação (GUT). Ele argumenta que, embora a UTI

e a TOE/GUT compartilhem a busca por uma compreensão mais ampla, a UTI não se restringe à explicação puramente física, já que a informação transcende o domínio exclusivamente físico. O autor enfatiza a necessidade de uma abordagem não reducionista e não fisicalista na busca por uma teoria unificada da informação. Ele propõe a busca por um conceito, necessariamente abstrato, mas também concreto, capaz de abordar tanto aspectos comuns quanto particularidades individuais dos processos de informação, equilibrando a universalidade e a singularidade.

Em um sentido semelhante, Marijuán (2008) discorre sobre a relação da informação com processos biológicos, cognitivos e neurais. O autor defende que a informação desempenha um papel vital na comunicação entre sistemas vivos, conectando entidades em formação e influenciando a própria existência, argumentando que a existência biológica é intrinsecamente informacional. Uma analogia interessante feita pelo autor é a ideia biológica de surgimento da vida a partir da informação e a noção física de “*it from bit*”, concebida por Wheeler (1989), sugerindo uma possível relação entre informação, biologia e física que vai além de uma coincidência superficial. Ele também explora discussões recentes sobre abordagens quânticas da informação, sugerindo a possibilidade de uma ligação entre os reinos biológico e quântico fundamentada na informação.

No contexto dos processos neuronais e cognitivos, o autor argumenta que os modelos teóricos atuais de processamento de informação e comunicação ainda não consideram adequadamente o significado, em suas várias categorias e o conhecimento, carecendo de uma base neurocientífica sólida. Ele enfatiza a importância de compreender o ciclo ação/percepção no desenvolvimento de significados, categorias e conhecimentos humanos, explorando a relação entre ausências funcionais no ciclo de vida dos organismos e a comunicação biológica.

Marijuán (2008) também discute o papel da cognição na formação de categorias, destacando a inter-relação entre ação e percepção na organização do comportamento humano. O autor propõe uma abordagem que reconhece as sombras perceptuais<sup>1</sup> e motoras das diversas categorias,

---

<sup>1</sup> O termo sombra perceptuais referem-se às limitações e distorções na percepção que ocorrem devido a fatores subjetivos e contextuais que afetam como interpretamos e entendemos o mundo ao nosso redor.

indicando a necessidade de uma reavaliação da lógica e a consideração das limitações do observador. Nas palavras do autor:

A nova ciência não deve aspirar a nenhum reducionismo. Internamente, ela deve ser organizada como uma ecologia de domínios. Em vez de buscar sistematicamente a redução ou a grande unificação entre teorias, ela deve tentar a construção de ‘pontes’ ou ‘corredores’ interconectando os múltiplos domínios. Externamente, a ciência da informação contribuiria em pé de igualdade com outras disciplinas para a exploração interdisciplinar que o sistema das ciências realiza (Marijuán, 2008, p. 529).

Entendemos que a “nova ciência”, ou a Teoria Unificada da Informação citada, busca uma compreensão ampla e abrangente dos fenômenos informacionais, não se limitando a uma visão reducionista ou fragmentada. Essa proposta sugere que a Ciência da Informação não deve apenas se concentrar na unificação teórica entre disciplinas, mas sim na integração e interconexão de múltiplos domínios do conhecimento, criando pontes ou corredores para conectar diferentes áreas e perspectivas. É nesse contexto que sugerimos a noção de Teoria Integrativa da Informação.

Marcos (2008) também sugere uma proposta integrativa da informação, pois considera a mensuração de informação baseada em uma função probabilística que avalia a mudança na informação antes e depois da recepção de uma mensagem. Essa medida de informação é representada pela diferença entre as probabilidades antes e depois da recepção da mensagem. A fórmula proposta para essa mensuração é  $I(m_i, R, S) = -\log(1 - (D/2))$ , onde D expressa essa diferença. A proposta acima sumarizada, ainda que não focalize o conteúdo informacional da mensagem recebida, indica certa similaridade com a teoria da informação proposta por Peirce, filósofo e lógico reconhecido por sua abordagem triádica dos signos. Peirce (1934) define o signo como uma relação que envolve três elementos: o *representamen* (a representação), o objeto (aquilo que o signo representa) e o interpretante (a interpretação gerada pelo intérprete ou receptor). Assim como a fórmula considera que a percepção do receptor muda em resposta à mensagem (refletida em D), Peirce (1934) argumenta que o significado de um signo depende da interpretação do interpretante, moldada por aquilo

que o intérprete faz com essa informação. Essa relação sugere que tanto a mensuração proposta quanto a teoria peirceana reconhecem a importância do contexto e da interpretação na formação do significado (Marcos, 2008).

Marcos (2008) sugere que a mudança na percepção do intérprete após a recepção da mensagem demanda uma reestruturação da compreensão do indivíduo, assemelhando-se à noção de interpretante peirceana. Essa ideia sugere que, quando um indivíduo recebe uma mensagem, sua interpretação não é apenas uma simples decodificação, mas sim um processo transformativo que pode levar a uma nova compreensão ou perspectiva sobre o assunto em questão. Na teoria de Peirce (1934), o interpretante é o efeito que um signo tem sobre o intérprete, ou seja, como ele interpreta e significa a partir de um contexto específico. Essa interpretação pode gerar novas ideias, reflexões ou mudanças na forma como o agente vê o mundo. Portanto, a proposta de Marcos (2008) destaca que a recepção de informação não apenas informa, mas também transforma o entendimento do indivíduo, refletindo a dinâmica complexa entre signo, objeto e interpretante.

Considerando que Peirce discute diferentes níveis de interpretação e significado de um signo, seria importante verificar em que sentido a proposta de Marcos, de mensuração de informação, considera a informação significativa ao ressaltar a importância do receptor e sua mudança de compreensão para determinar a quantidade de informação transmitida pela mensagem. Contudo, a ideia central, que sugere uma conexão entre os conceitos de informação elaborados por Peirce com a proposta de mensuração de informação, é a compreensão da informação como uma relação triádica, onde a interpretação do receptor desempenha um papel fundamental na determinação do significado e da quantidade de informação transmitida por uma mensagem. Nesse sentido, acreditamos que a abordagem de Marcos (2008) pode estabelecer uma ligação significativa entre a Ciência da Informação e a Filosofia devido à sua abordagem específica e ao mesmo tempo holística sobre o conceito de informação. Sua hipótese, sobre informação presente no processo entre emissor, mensagem e receptor, se alinha com abordagens filosóficas que também consideram a natureza relacional e interpretativa dos fenômenos informacionais.

Além disso, a ênfase na compreensão da informação como uma relação dinâmica entre partes interconectadas sugere uma afinidade com os princípios filosóficos de holismo e interconectividade entre diferentes elementos de um sistema, que são temas comuns em áreas da filosofia, incluindo a filosofia da mente e a teoria dos sistemas. Em síntese, entendemos que uma teoria unificada da informação pode ampliar a compreensão da ciência da informação e da própria filosofia ao destacar a importância da interpretação, significado e contexto na transmissão e recepção de informação

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste capítulo, delineamos algumas perspectivas possíveis de uma teoria integrativa da informação alicerçada nos princípios dos sistemas complexos. Elementos como não linearidade, dinamicidade, auto-organização, adaptação, emergência de padrões e sensibilidade às condições iniciais, entre outros aspectos já mencionados, conferem uma riqueza intrínseca às dinâmicas analisadas. Essas dinâmicas transitam entre os três modos de pensamentos que uma Teoria Unificada da Informação poderia elencar, tais como sinônimo, analogia e equivocidade, conforme apontado por Hofkirchner (2008), a noção de ciclo de vida de organismos vivos e comunicação biológica a partir de uma Teoria Informacional desenvolvida por Marijuán (2008) e a Teoria Unificada da Informação proposta por Marcos (2008) a partir da Teoria da Informação peirceana.

Assim, ao desenvolver uma teoria integrativa da informação, ancorada nos princípios dos sistemas complexos, estudiosos de diversas áreas do conhecimento buscam uma compreensão holística, integrativa e contextualizada de processos informacionais, distanciando-se de abordagens fragmentadas, simplificadas e excessivas que consideram que todo processo relacional esteja alicerçado em informação.

Nesse contexto, sem negligenciar a manutenção da especificidade em cada plano de análise aqui explorado, tanto na Filosofia quanto na Ciência da Informação, uma teoria integrativa poderia estabelecer as bases

para avanços substanciais no entendimento da complexidade subjacente aos sistemas informacionais.

Além disso, a abordagem multiescalar, valorizada pelos estudiosos dos sistemas complexos, permite a análise de informação em diferentes níveis, desde o micro até o macro. Explorar como essa perspectiva multiescalar pode ser otimizada para elucidar aspectos específicos de sistemas informacionais e sua evolução ao longo do tempo é um caminho que demanda investigação. No entanto, tal abordagem, para não cair em reducionismos ou relativismos, deve preservar a especificidade de cada plano de análise, a partir de um padrão de ajustes ou “pontes” que interconectam os múltiplos domínios, como sugerido por Marijuán (2008).

Além do mais, a manutenção da especificidade de cada plano de análise é fundamental para evitar generalizações simplistas. No entanto, pesquisas futuras podem se concentrar em desenvolver métodos eficazes para integrar essas especificidades de maneira coesa, proporcionando uma compreensão global fértil dos sistemas informacionais.

Investigar como a Teoria da Integrativa da Informação pode contribuir para solucionar desafios específicos em contextos informacionais complexos é uma tarefa que demanda uma análise mais aprofundada. Explorar como os sistemas complexos podem ser empregados para antecipar e gerenciar mudanças, bem como promover a resiliência em sistemas informacionais, também se torna primordial em um mundo em constante transformação.

Por fim, a concepção sistêmica integradora proposta pela teoria integrativa oferece a oportunidade de desenvolver princípios e diretrizes para orientar o avanço tecnológico, inclusive investigar como esses princípios podem ser aplicados no desenvolvimento de tecnologias informacionais avançadas, como inteligência artificial e processamento de dados.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, F. The informational turn in philosophy. *Minds and machines*, Dordrecht, n. 13, p. 471-501, Nov. 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026244616112>. Acesso em: 20 out. 2023.

- BATESON, G. *Mente e natureza: uma unidade necessária*. Nova York: Dutton, 1979.
- BATESON, G. *Steps to an ecology of mind: collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology*. Chicago: University of Chicago Press, 2002.
- BELLUCCI, M. *et al.* Stakeholder engagement and dialogic accounting: empirical evidence in sustainability reporting. *Accounting, auditing & accountability journal*, Leeds, v. 32, n. 5, p. 1467-1499, Aug. 2019.
- BRIET, S. *Qu'est-ce que la documentation?* Paris: ÉDIT, 1951.
- BUSH, V. As we may think. Tradução Fábio Mascarenhas e Silva. *Atlantic Monthly*, United States, v. 176, n. 1, p. 101-108, June 1945. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- CAPURRO, R. Epistemologia e ciência da informação. *Perspectivas em ciência da informação*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 42-49, abr. 2009.
- CAPURRO, R. La hermenéutica frente al desafío de la técnica digital = Hermeneutics and the challenge of digital technology. *Liinc em revista*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, set. 2010. DOI: 10.18617/liinc.v6i2.377. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3264>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- CAPURRO, R.; HJØRLAND, B. O conceito de informação. *Perspectivas em ciência da informação*, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 148-207, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/33134>. Acesso em: 10 out. 2023.
- CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 2000. (A era da informação: economia, sociedade e cultura, v. 1).
- CASTELLS, M. *The rise of the network society*. Cambridge: Blackwell Publishers, 1996.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Tradução Raul Filker. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1999.
- COELHO NETTO, J. T. *Semiótica, informação e comunicação*. São Paulo: Perspectiva, 2019.
- DRETSKE, F. *Explicando o comportamento: razões em um mundo de causas*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1988.
- DRETSKE, F. *Knowledge and the flow of information*. Oxford: Blackwell, 1981.
- DRETSKE, F. *Naturalizando a mente*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1995.
- FLORIDI, L. *The ethics of information*. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- FLORIDI, L. *The philosophy of information*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

- GIBSON, J. J. *Os sentidos considerados como sistemas perceptivos*. Boston: Houghton Mifflin, 1966.
- GIBSON, J. J. *A abordagem ecológica da percepção visual*. Boston: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- GLEICK, J. O. *A informação: uma história, uma teoria, uma enxurrada*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.
- GONZALEZ, M. E. Q.; NASCIMENTO, T. C. A.; HASELAGER, W. F. G. Informação e conhecimento: notas para uma taxonomia da informação. In: FERREIRA, A; GONZALEZ, M. E. Q.; COELHO, J. G. (ed.). *Encontro com as Ciências Cognitivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2004. p. 195-220. (Coleção Estudos Cognitivos, v. 4).
- GONZALEZ, M. E. Q.; BROENS, M. C.; MORAES, J. A. A virada informacional na filosofia: alguma novidade no estudo da mente? *Aurora*, Curitiba, v. 22, n. 30, p. 137-151, jan./jun., 2010.
- HAYTHORNTHTWAITE, C. Strong, weak, and latent ties and the impact of new media. *The information society*, London, v. 18, n. 5, p. 385-401, Oct. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/01972240290108195>.
- HOFKIRCHNER, W. How to achieve a unified theory of information. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN TEORÍAS DE LA INFORMACIÓN, 1., 2008, Leon. *Actas* [...]. Leon: Universidade de León, 2008. 1 v. p. 503-522.
- JENKINS, H. *Convergence culture: where old and new media collide*. New York: University Press, 2006.
- LARGE, D. N. *Representação e intervenção: tópicos introdutórios na filosofia da ciência natural*. Londres: Cambridge University Press, 2003.
- MARCOS, A. Some ideas for a unified theory of information. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN TEORÍAS DE LA INFORMACIÓN, 1., 2008, Leon. *Actas* [...]. Leon: Universidade de León, 2008. 1 v. p. 563-574.
- MARIJUÁN, P. C. The Advancement of information science. Is a new way of thinking necessary? In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN TEORÍAS DE LA INFORMACIÓN, 1., 2008, Leon. *Actas* [...]. Leon: Universidade de León, 2008. 1 v. p. 523-534.
- OTLET, P. *Traité de documentation: le livre sur le livre: théorie et pratique*. Bruxelles: Mundaneum, 1934.
- OTLET, P. *Documentos e documentação*. 1937. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. Disponível em: <http://www.conexaorio.com/bit/otlet>. Acesso em: 16 abr. 2024.

- PACCAGNELLA, O. Sample size and accuracy of estimates in multilevel models: new simulation results. *Methodology: European journal of research methods for the behavioral and social sciences*, Jena (Germany), v. 7, n. 3, p. 111-120, June 2011. DOI: <https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000029>. Disponível em: <https://econtent.hogrefe.com/doi/10.1027/1614-2241/a000029>. Acesso em: 17 abr. 2024.
- PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press. 1931. v. 1-2.
- PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press. 1934. v. 5-6.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- SIMONDON, G. *On the mode of existence of technical objects*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1958.
- SILVEIRA, L. F. B. Informação e verdade na filosofia de Peirce. *Cognitio*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 281-323, jul./dez. 2008.
- STJERNFELT, F. Diagramas: foco para uma epistemologia peirceana. In: QUEIROZ, J.; MORAES, L. (org.). *A lógica de diagramas de Charles Sanders Peirce: implicações em ciência cognitiva, lógica e semiótica*. Juiz de fora: Editora UFJF, jun. 2013. p. 45-77.
- THELLEFSEN, T.; THELLEFSEN, M.; SØRENSEN, B. Emotion, information and cognition and some possible consequences for library and information science. *Journal of the American society for information science and technology*, Leesburg, v. 64, n. 8, p. 1735-1750, Aug. 2013.
- TSFATI, Y.; CAPPELLA, J. N. Do people watch what they do not trust? Exploring the association between news media skepticism and exposure. *Communication Research*, Beverly Hills, v. 30, n. 5, p. 504-529, Oct. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1177/0093650203253371>.
- TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, Oxford, v. 59, n. 236, p. 433-460, Oct. 1950. DOI: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Disponível em: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- VITTI-RODRIGUES, M.; MATULOVIC, M.; GONZALEZ, M. E. Q. Informação-processo e abdução. In: ALVES, M. A.; GRÁCIO, M. C. C.; MARTÍNEZ-ÁVILA, D. (org.). *Informação, conhecimento e modelos*. Marília: Oficina Universitária, 2017. p. 131-151. (Coleção CLE, 78).
- WECKERT, J. *Computer ethics*. Abingdon: Routledge, 2019.

WINEBURG, S.; MCGREW, S. *Lateral reading*: reading less and learning more when evaluating digital information. Stanford: Stanford History Education Group Working Paper, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3048994>. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3048994>. Acesso em: 17 abr. 2024.

WIENER, N. *Cibernética*: ou o controle e comunicação no animal e na máquina. São Paulo: Cultrix, 1948.

WHEELER, J. A. Information, physics, quantum the search for links. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOUNDATIONS OF QUANTUM MECHANICS, 3., 1989, Tokyo. *Proceedings* [...]. Tokyo: Physical Society of Japan, 1990. p. 310-336.

YAGISAWA, T. Definition. *In*: AUDI, R. (ed.). *The Cambridge dictionary of philosophy*. 2nd. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 213-115. Disponível em: [https://ia600206.us.archive.org/25/items/RobertiAudi\\_The.Cambridge.Dictionary.of.Philosophy/Robert.Audi\\_The.Cambridge.Dictionary.of.Philosophy.pdf](https://ia600206.us.archive.org/25/items/RobertiAudi_The.Cambridge.Dictionary.of.Philosophy/Robert.Audi_The.Cambridge.Dictionary.of.Philosophy.pdf). Acesso em: 5 dez. 2023.

## 2

# INFORMAÇÃO PARA PERCEPÇÃO DIRETA: A NATUREZA TAMBÉM SOMOS NÓS!<sup>1</sup>

*INFORMATION FOR DIRECT  
PERCEPTION: NATURE IS ALSO US*

*Juliana MORONI*

*Universidade de Coimbra*

*j.moroni@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-4878-4823>*

---

<sup>1</sup> Este texto é parte da tese de doutorado (2016) e da dissertação de mestrado (2012) da autora. Parte do título, entre aspas, foi inspirado nas ideias de Gregory Bateson (1986), Jiddu Krishnamurti (1997), Ailton Krenak (2020), Maria Eunice Quilici Gonzalez e Juliana Moroni (2011) e Maria Eunice Quilici Gonzalez (notas de aulas), Marília, 2010.

**Resumo:** A informação ecológica é considerada elemento essencial para a compreensão da dinâmica das relações e dos processos que regem a vida. No dinamismo de tais relações e processos, nosso foco de atenção, neste capítulo, será reapresentar aos leitores conhecedores e, também, principalmente aos não familiarizados com o assunto, os pilares conceituais da Filosofia Ecológica, tendo como elemento direcionador a informação ecológica. Analisamos o conceito de informação ecológica como constituinte principal da teoria da percepção direta (Gibson, 1986), no contexto histórico-evolutivo dos organismos nos seus respectivos nichos. Investigamos, também, através do trabalho de Michaels e Carello (1981), a questão da inexistência do erro na percepção direta, neste sentido, caracterizada como percepção incompleta. Por fim, refletimos sobre o papel da informação ecológica na (re)construção de uma perspectiva não antropocêntrica e não fragmentada acerca da relação organismo/ambiente, mais do que nunca essencial no combate às mudanças climáticas influenciadas pelas ações antrópicas.

**Palavras-Chave:** Informação Ecológica. *Affordance*. Percepção Direta. Filosofia Ecológica. Ações Antrópicas.

**Abstract:** Ecological information is considered an essential element for understanding the dynamics of relationships and processes that govern life. In the dynamism of these relationships and processes, our focus in this chapter will reintroduce the conceptual pillars of Ecological Philosophy to readers who are familiar with the subject, and especially to those who are unfamiliar with it, with ecological information as the guiding element. We analyze the concept of ecological information as the main constituent of the theory of direct perception (Gibson, 1986) in the historical-evolutionary context of organisms in their respective niches. We also investigate, through the work of Michaels and Carello (1981), the issue of the non-existence of error in direct perception, in this sense, characterized as incomplete perception. Finally, we reflect on the role of ecological information in the (re)construction of a non-anthropocentric and non-fragmented perspective on the organism/environment relationship, which is more essential than ever in the fight against climate change influenced by anthropic actions.

**Keywords:** Ecological information. *Affordance*. Direct Perception. Ecological Philosophy. Anthropic actions.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de informação ecológica, originalmente proposto por James Jerome Gibson (1966, 1982, 1986), é considerado um elemento essencial para a compreensão da dinâmica estruturadora da percepção-ação. No estudo de tal dinâmica é atribuída prioridade aos aspectos qualitativos que se constituem em detrimento dos quantitativos na relação entre organismo e ambiente.

Focalizando o conceito de informação ecológica, na **seção 2**, mostramos a importância do antirrepresentacionismo como alternativa à corrente predominantemente representacionista nos estudos sobre cognição, percepção e comunicação. Resumimos o golpe ecológico contra a perspectiva representacionista da percepção, elencando cinco fatores principais, dentre eles o fato de a informação não ser processada, mas captada diretamente na relação agente-ambiente.

Na **seção 3**, expomos os conceitos de *informação para*, caracterizada como *affordances*, e *informação sobre*, indicativa de *invariantes*. Destacamos que, enquanto padrões informacionais estáveis no ambiente, as *invariantes* possibilitam a percepção de *affordances* - informação significativa que proporciona ação para organismos situados e incorporados, percebidas individual e coletivamente. Como veremos, as *affordances* que influenciam a ação coletiva são denominadas, na contemporaneidade, *affordances sociais*. Na **seção 4**, salientamos a conexão entre os conceitos de informação, reciprocidade e nicho. A informação ecológica atua como cola que sedimenta a inseparabilidade organismo-ambiente, fundamentando a noção de que nada existe isoladamente na natureza. A reciprocidade, enquanto inseparabilidade, é crucial para a construção do nicho, o qual expressa as marcas que o organismo deixa em contextos de ação específicos.

Na **seção 5**, mostramos a relação entre informação, propriocepção e exterocepção, contextualizando ambos os tipos de percepções na concepção ecológica de ambiente, diferenciada da concepção da ciência Física. Na **seção 6**, caracterizamos o conceito de informação ecológica, associando-o ao processo de auto-organização. Focalizamos quatro padrões de ajustes fundamentais para a emergência da informação ecológica. Na **seção 7**,

mostramos como a informação pode gerar percepção-ação incompleta. Desconsideramos a possibilidade de erro na percepção e a assumimos como incompleta quando a informação não é detectada de forma suficiente para a ação em um contexto específico.

Por fim, refletimos sobre as contribuições da perspectiva ecológica para amenizar os impactos de ações antrópicas negativas no ambiente, destacando o conceito de reciprocidade, principal substitutiva da visão hierarquizada e fragmentada da relação organismo e ambiente.

## 2 A PERCEPÇÃO DIRETA E O GOLPE NO REPRESENTACIONISMO

*“Percepção é detecção de informação.”*

*(Jacobs; Michaels, 2002, p. 128, tradução nossa).<sup>2</sup>*

A informação é elemento crucial nos estudos sobre a percepção, bem como nas diferentes linhas de investigação sobre a cognição, tanto no seu viés representacionista quanto antirrepresentacionista. A importância da inserção da informação nos estudos sobre percepção, significado, consciência, comunicação, aprendizagem em máquinas, entre outros, advém da “virada informacional na Filosofia”, a qual, segundo Frederick Adams (2003), emergiu na década de 1950 com a Cibernética, cujo expoente principal foi Norbert Wiener e, posteriormente, com as Ciências Cognitivas, fornecendo subsídios para o desenvolvimento do projeto mecanicista da mente.

Inicialmente marcado e traçado por trabalhos como os de Claude Shannon e Warren Weaver (1949-1971), Norbert Wiener (1948-1996) e Alan Turing (1950), esse projeto tinha como objetivo investigar a relação entre informação e computação. Dando continuidade à “virada informacional”, outras investigações inseriram a informação nos estudos sobre percepção e significado, tais como àquelas desenvolvidas por pesquisadores como Fred Dretske (1981) e, num viés crítico ao projeto mecanicista,

---

<sup>2</sup> Perception is the detection of information (Jacobs; Michaels, 2002, p. 128).

àquelas relacionadas aos trabalhos de Francisco Varela, Evan Thompson e Eleanor Rosch (1991), expressos pela concepção de cognição incorporada (CI), Edgar Morin (1995, 2005) com a concepção de complexidade e James Gibson (1966, 1982, 1986) com a proposta ecológica.

O representacionismo, em suas diferentes abordagens, tanto nos primórdios cartesianos quanto nos contemporâneos estudos informacionais alinhados à computação, é linha convencional nos estudos cognitivos e da percepção, tendo como elemento fundamental as representações mentais.

Nas teorias representacionistas da percepção, como a proposta por René Descartes (1641-1683; 1637-2001), por exemplo, os olhos funcionam como aparelhos destinados a formar uma imagem do objeto atrás da retina do percebedor. O olho é considerado uma câmera fotográfica com um feixe de nervos que codificam e transmitem a imagem do objeto para o cérebro. Um pressuposto de algumas teorias representacionistas da percepção é que elas admitem a existência de um homúnculo no cérebro que registra uma imagem na forma de representação mental do objeto percebido. Nessa associação, o olho, assim como uma máquina fotográfica, codifica imagens e as envia para um tipo de homúnculo que representa e decodifica essa informação em frações de segundos (Gibson, 1986). Nas teorias computacionais da mente como àquelas propostas por Jerry Fodor (1975, 1981) e Zenon Pylyshyn (1981), críticos ferrenhos da teoria ecológica gibsoniana, por exemplo, o cérebro é um processador de informação, modularizado, onde cada parte cerebral é responsável por um tipo de processamento informacional. Para Hilary Putnam (1975, 1988), é através do processamento de informação que emerge o significado, porém, contrariamente às teorias internalistas, o significado não está na cabeça, mas no mundo. Na perspectiva representacionista dretskeana (Dretske, 1981), a informação é objetiva, uma *commodity* disponível no ambiente, a qual ganha significado através da percepção, interpretação e conversão dessa informação objetiva em representações mentais.

Seja na perspectiva internalista cartesiana ou na computacional da mente (processamento de informação via *input/output*), seja no externalismo semântico de Putnam e Dretske, por exemplo, a perspectiva ecológica lançou um golpe nas teorias representacionistas internalistas e externalis-

tas, substituindo o processamento de informação e a fragmentação percebido/percebido pela reciprocidade organismo/ambiente no *continuum* percepção/ação, via captação direta de informação.

Para Gibson (1986), na abordagem ecológica, diferentemente da perspectiva tradicional representacionista internalista, de cunho cartesiano, não há um homúnculo no nosso cérebro responsável pela nossa percepção. A perspectiva internalista da percepção expressa circularidade viciosa, uma vez que, o homúnculo também terá que ter olhos para ver a imagem registrada. O homúnculo é apenas uma cópia diminuída do sujeito que percebe.

Diferentemente da perspectiva representacionista externalista como a proposta por Dretske (1981), na perspectiva de Gibson (1986), a informação está disponível para percepção num ambiente preñado de significado. A percepção não envolve representações mentais, mas se realiza diretamente através da percepção de *affordances*, as quais são caracterizadas como possibilidades de ação. A *affordance* é informação significativa para o organismo no seu contexto específico.

Segundo os teóricos da Filosofia Ecológica como Gibson (1966, 1982, 1986), Eleanor Gibson (1993), David Large (2003), Claire Michaels e Claudia Carello (1981), Michael Turvey (1992, 2008), Richard Schmidt (2007), entre outros, a informação não está associada a sinais do ambiente que (supostamente) seriam interpretados pelo cérebro. Segundo Michaels e Carello (1981), a informação também não é caracterizada como processo ou medida de energia, mas como uma rede de *relações* que conecta organismo e ambiente. Diferentemente do modelo informacional receptivo/interpretativo, os organismos não são entendidos como seres passivos que recebem informação, mas seres dinâmicos que procuram por informação em um ambiente preñado de significado. Como ressaltam Michaels e Carello (1981, p. 15, tradução nossa): “As Teorias Ecológicas não somente assumem que os organismos existem em um rico mar de informação sobre os seus ambientes, mas também que eles evoluem em um mar de informação.”<sup>3</sup> Elas também insistem que: “Para a perspectiva da percepção direta, os percebedores não

<sup>3</sup> Ecological Theories not only assume that organisms exist in a rich sea of information about their environments, but also that they evolved in a rich sea of information. (Michaels; Carello, 1981, p. 15).

são recipientes passivos de informação, mas ‘captadores’ ativos e intencionais de informação” (Michaels; Carello, 1981, p. 15, tradução nossa).<sup>4</sup>

O golpe que a perspectiva ecológica gibsoniana desferiu nas teorias representacionistas da percepção pode ser resumido da seguinte maneira:

- A percepção não é medida por representações mentais.
- A informação não é processada, mas captada diretamente.
- A percepção é a captação direta de *affordances* (informação significativa disponível no ambiente).
- Não é somente o cérebro que é importante, mas o corpo situado e incorporado no ambiente. Gibson (1986, p. 1, tradução nossa) deixa isso bem claro na sua caracterização da percepção visual: “Somos ensinados que a visão depende de um olho, o qual está conectado ao cérebro. Eu sugiro que a visão natural depende de um olho em uma cabeça que está sobre um corpo suportado pelo chão, sendo o cérebro somente o órgão central de um sistema visual completo.”<sup>5</sup>
- Organismos não estão fragmentados dos seus nichos, mas estão em contínua reciprocidade através de suas trocas informacionais.

De modo geral, indicamos, no quadro abaixo, os aspectos que consideramos mais importantes na diferença de foco entre percepção direta (antirrepresentacionista) e percepção indireta (representacionista) e sua relação com o conceito de informação. Ressaltamos que há diferentes teorias que pressupõem a percepção como indireta, bem como divergências conceituais no âmbito da percepção direta como no caso do conceito de *affordance*<sup>6</sup>. Entretanto, expressamos (no quadro 1) aspectos comuns

<sup>4</sup> The direct perception approach suggests that perceivers are not passive recipients of information, but active, purposeful obtainers of information.” (Michaels; Carello, 1981, p. 15).

<sup>5</sup> We are told that vision depends on the eye, which is connected to the brain. I shall suggest that natural vision depends on the eyes in the head on a body supported by a ground, the brain being only the central organ of a complete visual system. (Gibson, 1986, p. 1).

<sup>6</sup> Devido a limitação de páginas, não entraremos em detalhes, neste texto, sobre as diferentes abordagens do conceito de *affordance* no contexto da Filosofia Ecológica. Para detalhes mais específicos consultar Moroni (2016), Turvey (1992) e Stoffregen (2003).

dentre as teorias da percepção indireta e as concordâncias conceituais no contexto da percepção direta. Os pontos comuns entre as vertentes de cada teoria da percepção (indireta e direta) propiciam uma melhor diferenciação entre ambas.

Quadro 1 – Diferenças entre percepção indireta e percepção direta

|    | PERCEPÇÃO DIRETA                                                                           | PERCEPÇÃO INDIRETA                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Não mediada por representações mentais                                                     | Mediada por representações mentais                                                       |
| 2  | Informação detectada diretamente pelos sistemas perceptivos (visual, auditivo, tátil, etc) | Informação formada e processada no cérebro                                               |
| 3  | Não inferencial, não conceitual                                                            | Inferencial, interpretativa, conceitual                                                  |
| 4  | Percepção baseada em informação/ extração de <i>invariantes</i>                            | Percepção baseada nas sensações/ <i>inputs/ outputs</i>                                  |
| 5  | <i>Awareness</i> – prontidão para ação                                                     | Consciência                                                                              |
| 6  | Percepção panorâmica e sistêmica                                                           | Percepção Fragmentada                                                                    |
| 7  | Dinâmica e contínua                                                                        | Estática                                                                                 |
| 8  | Percepção de eventos                                                                       | Percepção de particularidades do objeto, propriedades isoladas, fragmentos de informação |
| 9  | Reciprocidade/ Ressonância/ Compatibilidade                                                | Estímulo-resposta                                                                        |
| 10 | Sistema perceptivo – extrai <i>invariantes</i> do ambiente                                 | Receptor – responde aos estímulos do ambiente                                            |
| 11 | Inseparabilidade organismo-ambiente                                                        | Separabilidade – organismo e ambiente                                                    |

Fonte: Elaborado pela autora.

Como observamos no quadro acima, diferentemente de outras teorias da percepção como àquelas com raízes cartesianas, ou ainda, àquelas relacionadas aos modelos computacionais da mente, por exemplo, nas quais a representação mental funciona como mediadora entre agente e ambiente, a teoria ecológica gibsoniana propõe uma alternativa antirrepresentacionista para o estudo da percepção. No contexto ecológico, a percepção direta da informação não envolve inferências, proposições e representações

mentais. O conceito de informação ecológica é peça-chave para a compreensão da percepção-ação nos moldes gibsonianos. Para entendermos o conceito de informação ecológica, precisamos entender dois outros conceitos: *invariantes* e *affordances*.

### **3 INFORMAÇÃO PARA (*AFFORDANCES*) E INFORMAÇÃO SOBRE (*INVARIANTES*)**

“Detectar *affordances* é, simplesmente, detectar significado.”

(Michaels; Carello, 1981, p. 41, tradução nossa).<sup>7</sup>

Diferentemente das teorias cognitivistas, a perspectiva ecológica não tem como foco de análise a cognição, mas a informação disponível para a percepção-ação. Segundo Large (2003), os organismos percebem de modos diferentes os nichos que habitam, isso porque eles são seres com características próprias, habitam nichos diferentes, possuem diversas histórias evolutivas e distintos modos de ação. A teoria da percepção direta gibsoniana está assentada em dois pilares informacionais, quais sejam: a *informação sobre* (*information about*) e b) *informação para* (*information for*) um organismo. A *informação sobre* é informação conectada às *invariantes* (estruturais e transformacionais) e a *informação para* está ligada às *affordances* disponíveis no ambiente. É através da percepção desses dois tipos de informação, caracterizados como informação ecológica, que os organismos agem no ambiente.

As *invariantes* são imprescindíveis para a percepção direta porque, segundo Large (2003), elas se formaram e ainda se formam ao longo da história evolutiva da Terra, expressando características constantes do ambiente. As *invariantes* são caracterizadas como propriedades de padrões informacionais que permanecem constantes e que determinam o que está disponível para a percepção durante as mudanças no sistema organismo-ambiente. Elas proporcionam estabilidade ao ambiente, propiciando

---

<sup>7</sup> To detect affordances is, quite simply, to detect meaning.” (Michaels; Carello, 1981, p. 41).

estrutura informacional adequada aos contextos específicos nos quais vivem os organismos.

Existem dois tipos de *invariantes* caracterizados por Gibson (1986), quais sejam: *estrutural*, isto é, propriedades que permanecem constantes em meio a alterações no ambiente, tais como as superfícies; *transformacional*, isto é, padrões de mudança que permanecem constantes, possibilitando a identificação da ação dos organismos no ambiente, tais como o bater de asas de uma águia.

Entretanto, apesar de seu caráter invariável, as *invariantes* ecológicas não são consideradas permanentemente irreversíveis, pois isso seria contrário à própria posição ecológica acerca da coevolução do sistema organismo-ambiente, dado que uma de suas principais características é a dinamicidade que permeia esse processo coevolutivo. Essa dinamicidade também pode ocorrer com as *invariantes estruturais*, na medida em que os padrões informacionais venham a se alterar drasticamente devido a interferências de fatores externos. Para exemplificar, podemos pensar no derretimento do Ártico. Com o aquecimento global, provocado principalmente pela irresponsabilidade humana no uso de tecnologias e dos recursos naturais, as *invariantes* de superfície de gelo que forma a estrutura do Ártico estão desaparecendo, bem como o nicho dos ursos polares e de inúmeras outras espécies de organismos.

Em suma, as *invariantes* constituem as *affordances ecológicas*, enquanto possibilidade de ação e as *affordances sociais*, as quais são especificadas como padrões informacionais advindos da troca informacional entre agente e ambiente no plano sociocultural.

O conceito de *affordance* “implica a complementaridade organismo e ambiente” (Gibson, 1986, p. 127, tradução nossa)<sup>8</sup>. Ele é caracterizado por Gibson (1986) como possibilidades de ação que o ambiente enquanto organismos (humanos, gatos, etc), objetos para manuseio (copo, caneta, etc), nichos e substâncias (água, etc), oferecem ao organismo situado e incorporado. Outros animais possibilitam um leque amplo e complexo de interações sexuais, predatórias, de lazer, de disputa, de cooperação e

---

<sup>8</sup> It implies the complementarity of the animal and the environment.” (Gibson, 1986, p. 127).

de comunicação. Os objetos possibilitam *affordances* para manuseio, por exemplo. Através da complementaridade organismo-ambiente, perceber *affordances* é perceber diretamente a informação significativa para a ação. Em outras palavras, para Large (2003), perceber *affordances* é perceber a informação do ambiente de um modo específico, direto, não inferencial.

No que concerne às *affordances sociais*<sup>9</sup>, segundo Schmidt (2007), a existência destas depende da interrelação entre as propriedades do organismo e do ambiente em uma escala social. Elas são consideradas propriedades sociais que emergem, porém sem serem reduzidas às propriedades físicas do ambiente. Gonzalez (2011)<sup>10</sup> descreve as *affordances sociais* como oportunidades para a ação significativa que emergem da relação sistêmica entre organismos e seus nichos. Elas são propriedades sistêmicas, de segundo grau, emergentes da relação entre *affordances ecológicas* e *invariantes*, coletivamente compartilhadas, pelos organismos nos seus nichos específicos. Para Schmidt (2007), as *affordances sociais* expressam significados sociais que proporcionam oportunidades para ação. Esses significados não estão dentro da cabeça de organismos possuidores de cérebro enquanto representações mentais, mas estão no ambiente ao emergirem das relações entre as propriedades dos organismos e as propriedades do ambiente (Gonzalez; Moroni, 2011). Exemplo de *affordances sociais* podem ser os diversos tipos de danças, tais como danças indígenas (toré e jacundá), rock, salsa, catira, samba, dança do ventre, balé etc.

Para McArthur e Baron (1983), *affordances sociais* são peças-chave no processo de comunicação não-verbal entre seres humanos, na medida em que revelam aspectos da interação entre duas ou mais pessoas como gestos e expressões faciais ligadas às emoções. Tais aspectos nos servem de suporte para decidir para quem pedir informações na rua, a quem pedir ajuda para resolver algum problema etc. Nossas escolhas são moldadas e direcionadas pelas *affordances* nos diferentes nichos que emergem do processo coevolutivo entre organismo e ambiente.

<sup>9</sup> O estudo das *affordances sociais* tem raízes nos trabalhos de Gibson (1986), e, posteriormente, nos trabalhos de pesquisadores como Richard Schmidt (2007), Harry Heft (2007), Bert Hodges (2007), Reuben Baron (1983, 2007) e Leslie Zebrowitz McArthur (1983).

<sup>10</sup> Nota de aula – Informação fornecida pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Eunice Quilici Gonzalez em Marília, em novembro de 2011.

De acordo com Gonzalez e Moraes (2007), *nicho*<sup>11</sup> pode ser caracterizado como a parte do ambiente na qual os agentes deixam suas marcas; ele delimita a identidade do animal no seu processo coevolutivo com o ambiente.

#### 4 INFORMAÇÃO, RECIPROCIDADE E NICHOS

O conceito de reciprocidade, segundo Claire Michaels e Zsolt Palatinus (2014), é uma alternativa ao dualismo cartesiano, no que concerne a relação organismo-ambiente. Para eles, de modo geral, na visão dualista, a pele do corpo funciona como o limite que separa dois territórios – o que está dentro da pele do corpo e o que está fora dos limites da pele do corpo. Diferentemente, na concepção ecológica, o foco de análise está na inseparabilidade e reciprocidade entre organismo e ambiente. Não há limite entre dois territórios, separação entre corpo e ambiente, na medida em que ambos são um *continuum*.

O conceito de reciprocidade, no contexto da teoria ecológica gibsoniana, expressa que há trocas de informações entre organismo e ambiente. Segundo Large (2003), na concepção ecológica nada existe em isolamento, na medida em que o ambiente é considerado como um todo com estruturas entrelaçadas (*nesting*), as quais expressam o dinamismo que permeia as relações de reciprocidade entre organismos e ambiente.

Consideramos que a relação de reciprocidade é crucial para a formação do nicho. Isso porque, segundo Heft (2007), os organismos alteram o ambiente para melhor se adaptarem a ele. Essas alterações e as adaptabilidades constituem a construção do nicho. A construção do nicho está associada à história evolutiva de cada espécie no ambiente, o que também expressa o aspecto sociocultural. Como ressalta Heft: “Em resumo, as qualidades do nicho, as quais os organismos monitoram e ajustam, são elas

---

<sup>11</sup> Nos estudos na área de Ecologia, o ambiente no qual os organismos vivem é caracterizado como *habitat*. Na Filosofia Ecológica, o ambiente no qual os organismos vivem é definido como nicho. Isso porque o nicho engloba tanto o ambiente como as ações que os organismos desempenham neste ambiente específico, expressando a relação dinâmica e recíproca, coevolutiva, entre ambos.

mesmas parcialmente criadas e mantidas pelas atividades das ações dos indivíduos e da coletividade” (Heft, 2007, p. 88, tradução nossa).<sup>12</sup>

Nichos e organismos são complementares, ou seja, o organismo indica um tipo específico de nicho e o nicho expressa um tipo particular de organismo. Para exemplificar, citemos lugares escuros onde a luz do sol dificilmente alcança. Estes lugares, tais como os porões, são propícios para a constituição de nichos de espécies de aracnídeos como escorpiões e aranhas. Alguns aracnídeos necessitam dessas propriedades específicas do ambiente para se desenvolverem, e o ambiente propiciará esses tipos de propriedades específicas (ausência de luminosidade) para o desenvolvimento desses organismos (Michaels; Carello, 1981). No caso dos seres humanos, podemos citar a derrubada de árvores para a urbanização de lugares que se tornam cidades pequenas, médias e metrópoles. Ou ainda, o desmatamento desenfreado de florestas como a Amazônia para a criação de gado, plantação de soja, mineração e comercialização de madeira.

Como veremos a seguir, a percepção de si no nicho é exterocepção e a percepção das ações do nosso corpo no nicho é caracterizada como propriocepção.

## **5 INFORMAÇÃO PARA PERCEPÇÃO DE SI E DO AMBIENTE: EXTEROCEPÇÃO E PROPRIOCEPÇÃO**

A percepção envolve também a propriocepção, a qual é caracterizada pela percepção de si, da posição, localização no ambiente, direcionamento e das alterações que temos de cada parte que constitui o corpo em relação às outras e do próprio corpo em relação ao ambiente, sem precisar utilizar necessariamente a visão.

A propriocepção não está inevitavelmente associada à uma consciência reflexiva e conceitual, pois não envolve, necessariamente, representações mentais, mas pode ser caracterizada como sensação (não conceitual) dos movimentos e ações do corpo na sua interação e coevolução com o ambiente (Gonzalez; Haselager, 2003). Como exemplo de propriocepção,

<sup>12</sup> In short, the qualities of the econiche that organisms monitor and adjust to are themselves partially created and sustained by activities of individuals acting and collectively. (Heft, 2007, p. 88).

podemos pensar na percepção sensorial que um indivíduo tem da contração dos músculos do seu corpo ao realizar passos de uma dança como a dança do ventre, ou ainda, levantar peso em uma academia de ginástica. Já a exterocepção é caracterizada como a percepção de elementos externos (da luz, odor, calor, entre outros) que o ambiente proporciona aos agentes. Como exemplo, podemos pensar na ação de um indivíduo que pisa em um buraco na calçada e perde o equilíbrio corporal. Essa perda de equilíbrio faz com que ele mova seu corpo, tentando contornar o buraco, objetivando não cair no chão. Na perspectiva da Filosofia Ecológica, exterocepção e propriocepção estão interconectadas, atuando conjuntamente na percepção-ação.

Nesse contexto, como expressa Large (2003), a informação ecológica é caracterizada como exteroespecífica (sobre o ambiente) e propioespecífica (sobre o próprio organismo). O encontro entre estes dois tipos de informação proporciona o surgimento de eventos individuais e coletivos.

Em relação ao ambiente, há diferenças a serem consideradas nas concepções de ambiente para a ciência Física e para a Filosofia Ecológica. Gibson (1986) não desconsidera os estudos da Física na elaboração da sua teoria ecológica, mas ele direciona, metodologicamente, suas investigações no plano ecológico de ações dos organismos. Este não se situa no plano microscópico, atômico ou molecular, tampouco no plano macroscópico planetário. A dimensão pragmática da ação dos organismos delimita as concepções da Filosofia Ecológica em um plano de análise que leva em consideração a dinamicidade das ações em relação à experiência vivida e à coevolução dos organismos no ambiente.

A diferença entre as concepções de ambiente na Física e na Filosofia Ecológica está relacionada principalmente à escala temporal dos eventos e ao *layout* (plano das superfícies). Como exemplo das diferenças na escala temporal, Gibson (1986) menciona que o processo de erosão de uma montanha pode levar milhares de anos para ocorrer, mas a percepção de alguns organismos ao verem cair uma rocha acontece em segundos. Isso devido à diferença nas escalas temporais em que os eventos se constituem como tal; o organismo humano não percebe o processo interno de erosão de uma montanha, que ocorre no plano microscópico, mas sim o desgaste

e o cair das rochas, ou seja, o organismo humano, por exemplo, percebe o evento no plano macroscópico da ação.

Tanto a concepção da Física como a da Filosofia Ecológica admitem que o ambiente está em constante mudança. Entretanto, o ponto de discordância entre ambas as perspectivas está no tipo de mutabilidade do ambiente. Para exemplificar, Gibson (1986) explica que no viés da Física, quando uma geleira derrete, por exemplo, ela não deixou de existir, mas a massa de neve compactada que a forma, a qual por sua vez é constituída por cristalização ou solidificação do vapor d'água<sup>13</sup>, apenas mudou de estado, isto é, de sólido para líquido. Isso porque esse objeto não persiste no ambiente, mas somente a substância que o constitui, neste caso, a água nos seus estados gasoso, sólido e líquido. Já na concepção ecológica, a geleira deixou de existir porque com o seu derretimento, não há mais o nicho que assim a caracterizava para alguns organismos.

O ambiente, na concepção ecológica gibsoniana, foge dos padrões e medidas estabelecidos pela ciência Física. Apesar de não desconsiderar os estudos da Física, Gibson (1986) direciona as suas pesquisas ao plano macro ou ecológico, referente às ações dos organismos situados e incorporados. O plano macro difere do plano micro e do macrocósmico, na medida em que foca na dimensão pragmática da ação dos organismos, no seu cotidiano, nas suas experiências individuais, sociais e culturais. Como exemplo das diferenças entre Física e Filosofia Ecológica na caracterização do ambiente, podemos pensar na temporalidade dos eventos. No viés ecológico, uma banana verde, ainda no cacho, para a escala temporal do ser humano, não está apta para servir de alimento. Porém, na escala temporal de algumas espécies de pássaros, a banana verde pode estar apta para servir de alimento.

No quadro 2, nós expomos algumas diferenças entre ambiente físico e ecológico.

---

<sup>13</sup> Fonte: National Geographic Brasil, 2024.

Quadro 2 – Ambiente físico e ambiente ecológico

|   | PLANO DA FÍSICA                          | PLANO ECOLÓGICO                                                   |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1 | Percepção de unidades no ambiente        | Percepção de unidades entrelaçadas ( <i>nesting</i> ) no ambiente |
| 2 | Percepção Visual - <i>snapshot</i>       | Percepção visual contínua e panorâmica                            |
| 3 | Percepção do tempo do relógio            | Não percebemos tempo, mas mudanças, processos, sequências etc.    |
| 4 | Percepção no plano micro ou macrocósmico | Percepção no plano macro                                          |

Fonte: Elaborado pela autora.

Cabe ressaltar, ainda, que Gibson (1986) não ignora o fato de que o ambiente pode ser caracterizado a partir de suas diferentes gradações e planos, desde o macroscópico ao microscópico. Gibson (2015) cita, por exemplo, a perspectiva biológica, que classifica os seres em vivos e não vivos; a zoologia que estuda a hereditariedade e anatomia dos organismos ou a psicologia que está voltada ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos modos de vida do organismo humano. Para os estudos desenvolvidos na Filosofia Ecológica, as investigações acerca da hereditariedade não são desconsideradas, mas são colocadas em segundo plano. Isso porque a Filosofia Ecológica atribui especial ênfase ao estudo do plano da percepção-ação, no qual são investigados os modos de vida diversificados dos organismos.

A instanciação da informação significativa (*affordances*), ou informação ecológica, no ambiente ecológico ocorre através de padrões de ajustes auto-organizados, os quais serão abordados no próximo tópico.

## 6 INFORMAÇÃO ECOLÓGICA: AUTO-ORGANIZAÇÃO E PADRÕES DE AJUSTE

A informação ecológica, segundo Gonzalez e Morais (2007), é caracterizada como um conjunto de padrões informacionais constantes e dinâmicos, também denominados *invariantes*, os quais constituem *affordances*,

possibilitando ações. A dinamicidade e constância desses padrões informacionais advém da reciprocidade organismo-ambiente. Como ressaltam Gonzalez e Morais:

Um dos principais recursos empregados por Gibson no estudo da percepção-ação é o conceito de informação ecológica: um conjunto de *invariantes estruturais* disponíveis no meio ambiente que possibilitam a realização da ação dos organismos nos seus nichos específicos. Tais *invariantes*, que podem ser estruturais ou de movimento [transformacionais], constituem *affordances* ou estruturas informacionais presentes no meio ambiente facilitadoras da ação (Gonzalez; Morais, 2007, p. 150).

A informação ecológica, segundo Gibson (1986) e Turvey (1992), exuberante de significado, está no ambiente para ser percebida, independentemente do agente. Quando percebida, ela se torna significativa para o agente que a detectou diretamente, no contexto do seu nicho específico. Para Daniela Vaz (2015), a informação ecológica não está no organismo, em suas memórias decodificadas e nem no conhecimento inferencial, por exemplo, como expressam as teorias representacionistas da percepção. A informação ecológica está disponível no ambiente que envolve os sistemas perceptivos, sendo caracterizada como independente de qualquer processo perceptivo. A percepção da informação é considerada posterior à existência da informação.

Segundo Gonzalez, Broens e Moraes (2010), a informação ecológica, proposta por Gibson (1986), emerge como a novidade no conjunto e teorias da informação no âmbito da “virada informacional”. Isso porque a sua abordagem ecológica, antirrepresentacionista e antimecanicista, reintroduz o elo entre organismo e ambiente. Como caracterizada anteriormente, a informação ecológica é expressa por meio de *affordances*, as quais possibilitam um rol de possibilidades de ações para organismos situados e incorporados nos seus nichos. É através dos nichos, constitutivos de *affordances*, que os organismos expressam os modos como vivem no seu processo coevolutivo com o ambiente. A informação ecológica, significativa para a percepção dos organismos situados e incorporados, é captada diretamente, emergindo desse processo coevolutivo.

Para Michaels e Palatinus (2014), a informação ecológica é um padrão que especifica a relação do sistema organismo-ambiente e percepção-ação. Para eles, se a informação ecológica especifica objetos e eventos, então, a percepção desses objetos e eventos ocorre através da detecção dessa informação específica.

A informação ecológica pode ser caracterizada como um processo auto-organizado, gerador de padrões de ajustes, instanciadores de significado, ou, mais precisamente, de *affordances*. A teoria da auto-organização (TAO), segundo Debrun (1997), Gonzalez (1998) e Gonzalez e Haselager (2003) é caracterizada como o encontro (ajuste) e a interação espontânea entre elementos distintos e soltos, sem a presença de um centro controlador absoluto, originando novas formas de organização. Segundo Debrun (2009), o sujeito não tem um papel central nas relações, ocupando apenas lugar secundário, havendo somente uma concepção vaga de subjetividade.

A maneira como ocorre a interação entre os elementos de um sistema auto-organizado pode ser primária ou secundária. A auto-organização primária está relacionada à interação entre elementos realmente distintos e soltos, sem memória, sem centro controlador absoluto e sem uma forma pré-existente, diferentemente das interações heterorganizadas. Já a auto-organização secundária emerge da relação entre os elementos distintos e semidistintos da auto-organização primária, expressando nível maior de complexidade, advinda do aprendizado. A auto-organização secundária se origina de sistemas já existentes (Debrun, 2009). De acordo com Debrun:

Há auto-organização cada vez que, a partir de um encontro entre elementos realmente (e não analiticamente) distintos, desenvolve-se uma interação sem supervisor (ou sem supervisor onipotente) – interação essa que leva eventualmente à constituição de uma “forma” ou à reestruturação por “complexificação”, de uma forma já existente (Debrun, 2009, p. 63).

Exemplos de auto-organização primária são: células de defesa, leucócitos, as quais se auto-organizam e atuam contra elementos que ameaçam o organismo como vírus ou bactérias; mulheres que se juntam na rua, espontaneamente, para defender outra em situação de violência

de gênero; veículos e pedestres que se ajustam, sem causar acidentes de trânsito, em lugares onde há pouca ou nenhuma sinalização, entre outros. Exemplos de auto-organização secundária são: células de defesa, leucócitos, as quais, após adquirirem aprendizado contra elementos invasores, tais como vírus H1N1 ou SARS-CoV-2, se auto-organizam a fim identificar e combater o elemento ameaçador; grupos de mulheres que, num primeiro momento, auto-organizam-se contra a violência de gênero em protesto pelas ruas, na luta por direitos, após presenciarem algum episódio de violência, entre outros.

Através dos encontros entre os elementos do sistema no processo de auto-organização, são estabelecidos diversos padrões de ajustes (Debrun, 2009; Gonzalez; Broens; Moraes, 2010) que irão direcionar a ação dos organismos. Neste texto, focalizamos quatro padrões de ajuste que consideramos importantes na caracterização do processo auto-organizado, gerador de informação ecológica, quais sejam:<sup>14</sup>

1º padrão de ajuste – o significado ainda está em seu processo germinativo, começando a surgir via encontro casual e indeterminado entre elementos que proporcionarão a instanciação do sistema. Esse encontro entre elementos do sistema também pode não ter a característica de aleatoriedade, não impedindo que o sistema possa emergir.

2º padrão de ajuste – começa o processo de instauração e instanciação do significado, possível através da troca informacional entre os elementos envolvidos no processo. A partir dessas trocas informacionais, elementos do processo adquirem informação uns sobre os outros, bem como sobre a disponibilidade de informação para a ação no ambiente. No *continuum* dessas trocas informacionais surge a afinidade entre os elementos envolvidos no processo, através do compartilhamento funcional da informação em comum.

3º padrão de ajuste – o significado é instaurado e isso permite que o sistema se estabilize, possibilitando a cristalização de uma forma.

---

<sup>14</sup> Notas de aula – Informação fornecida pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Eunice Quilici Gonzalez em Marília, em maio de 2010.

4º padrão de ajuste – é o conjunto dos outros três padrões de ajustes anteriores que, combinados, possibilitam que o sistema ganhe funcionalidade. Neste último padrão de ajuste, a vida se torna significativa na medida em que, a partir de adaptações contínuas, é possível a emergência de informação repleta de novidade.

É através dos padrões de ajustes que se instaura a informação significativa ou *affordance*. Entretanto, a informação ecológica também pode ser insuficiente para a percepção de determinado organismo, não detectada, possibilitando percepção-ação incompleta.

## 7 INFORMAÇÃO NÃO DETECTADA E PERCEPÇÃO-AÇÃO INCOMPLETA

“Uma percepção, na verdade, não tem um fim. Perceber é contínuo.”

(Gibson, 1986, p. 253, tradução nossa).<sup>15</sup>

A informação que especifica *affordances* é relativa ao que os organismos podem fazer em relação ao ambiente em um determinado momento. Para que as ações desses organismos se ajustem às *affordances* não é necessário que eles percebam e estejam sencientes (*aware*) de todas as *affordances* disponíveis no ambiente ou de planos contextuais diferentes como o domínio micro de ação. O organismo apenas precisa perceber o suficiente para realizar uma ação efetiva.

Para Michaels e Carello (1981), a percepção não tem um ponto final definido. Isso porque, no domínio ecológico, a percepção é um desdobramento contínuo de eventos ecológicos. Para elas, dizer que certa percepção está errada ou em erro se torna inapropriado, uma vez que nenhuma percepção está associada à busca de uma verdade pragmática absoluta em nenhuma circunstância contextual. A percepção direta não é proposição que expressa valoração entre certo ou errado, verdadeiro ou falso, mas é baseada na compatibilidade e coexistência entre organismo e ambiente.

---

<sup>15</sup> A perception, in fact, does not have an end. Perceiving goes on. (Gibson, 1986, p. 253).

A percepção não pode estar em erro, mas continuamente se adaptando às *affordances* do ambiente. Como ressaltam Michaels e Carello:

No viés ecológico, o propósito da percepção não é produzir um produto final (tal como um percepto), mas restringir as ações de tal modo que revelem continuamente aspectos úteis do ambiente. Percepção não pode estar em erro, porque em nenhum momento desse evento ela tem de permanecer como a última palavra sobre uma verdade pragmática. (Michaels; Carello, 1981, p. 95, tradução nossa).<sup>16</sup>

Segundo Michaels e Carello (1981), a percepção é contínua e estendida, na medida em que se desdobra buscando e se adaptando à informação do ambiente. Um exemplo a ser contestado por elas seria a atribuição de erro na percepção quando alguém, no deserto, percebe um brilho óptico como se fosse água. Neste caso, não podemos classificar a percepção como erro, mas caracterizá-la incompleta e a ação da pessoa que percebe brilho óptico como água, como adaptada à informação disponível naquela situação. Isso porque mesmo incompleta, a percepção-ação contribui para que haja mudanças das situações em que o agente se encontra. Essas mudanças permitem que o agente não fique aprisionado num falso comportamento consumatório e derradeiro, mas propicia a busca pelo objetivo que leva ao aprendizado, aos desdobramentos e a novas buscas e, assim, continuamente.

No caso da busca pela água no deserto, confundir o brilho óptico com água não torna a percepção um erro, pois essa miragem, de certa forma, propicia a busca pela água. Nesse contexto, a percepção não é medida e entendida nos moldes da física, mas na perspectiva ecológica, a qual expressa que o sistema perceptivo dos organismos detecta variáveis e invariáveis diferentes daquelas medidas pelos instrumentos dos físicos. O erro, neste caso, seria não ter qualquer ação que levasse à busca pela água. Mesmo a miragem propicia algum tipo de ação em busca pela água, ação

---

<sup>16</sup> In the ecological view, the purpose of perception is not to produce an end product (such as a percept), but to constrain actions in such a way as to continuously reveal useful aspects of the environment. Perception cannot be in error because no one moment in that event must stand as the last word on pragmatic truth. (Michaels; Carello, 1981, p. 95).

esta que, como mencionado, não pode ser classificada como errada, apenas como incompleta e apropriada ao contexto informacional. A percepção não é investigada no plano micro, mas no domínio macro de ação, no contexto das relações ecológicas. Por isso, ela é entendida como incompleta e adaptada à informação que está disponível no ambiente, mas não como certa ou errada. Como ressaltam Michaels e Carello:

Se aquelas luzes trêmulas se revelam ser (terem sido?) uma miragem, o agente-perceptor não cometeu um erro; que se tratava de uma miragem foi revelado através de ações efetivas limitadas perceptualmente. O erro teria sido não ter qualquer ação (Michaels; Carello, 1981, p. 95, tradução nossa).<sup>17</sup>

Para Michaels e Carello (1981), a incompletude da percepção-ação não está baseada em resultados finais, mas na história coevolutiva organismo-ambiente. O organismo não está percebendo ou agindo erradamente se ele/ela está fazendo o que supostamente deveria fazer com aquilo que aprendeu e proporcionou seu desenvolvimento no meio em que está inserido. Nesse sentido, Michaels e Carello (1981) afirmam que a percepção não pode ser considerada errada somente porque o sistema perceptivo detecta *invariáveis* diferentes daquelas detectadas pelos instrumentos usados na Física. A incompletude da percepção, em determinados contextos, não especifica apropriadamente as *affordances* do ambiente. Como ressaltam Michaels e Carello (1981, p. 91, tradução nossa): “Nestes casos, nós reconhecemos a percepção como uma fonte para uma ação bem-sucedida ser incompleta ao invés de ser errada.”<sup>18</sup>

Concordamos com Michaels e Carello acerca da concepção de percepção como incompleta ao invés de errada, no que diz respeito à não detecção da informação adequada para ação. Isso porque na perspectiva da Filosofia Ecológica os estudos acerca da percepção são realizados no plano das relações. Neste âmbito, definir a percepção como correta ou errada é

<sup>17</sup> If those shimmers turn out to be (have been?) a mirage, the actor-perceiver has not made a mistake; the fact of the mirage was revealed through perceptually constrained effective actions. The mistake would be to take no action. (Michaels; Carello, 1981, p. 95).

<sup>18</sup> In this cases, we recognize perception as a source for successful action to be incomplete rather than in error (Michaels; Carello, 1981, p. 91).

limitar a ação do organismo e desconsiderar a amplitude de sua coevolução e de seu aprendizado com o meio. Consideramos que as *affordances*, enquanto fonte de informação do ambiente, existem independentemente da possibilidade de percepção do organismo ser incompleta. Não há percepção errada, mas somente informação disponível no ambiente que pode ser especificada ou apreendida parcialmente, dependendo do contexto em que o organismo se encontra.

Para exemplificar, podemos pensar no caso de uma mulher que confunde colírio para os olhos com supercola para unhas postiças. Este caso ocorreu nos EUA<sup>19</sup>, em 2023, cuja mulher de nome Jennifer deixou seu colírio ao lado do tubo de cola que a filha usa para as unhas. Ao pegar o tubo e passar nos olhos, não percebeu que se tratava de cola; somente percebeu quando o contato com os olhos aconteceu. Neste caso, a percepção da mulher não estava errada e tampouco a informação (*affordance*) dos tubos estava errada. O que ocorreu foi que a mulher teve uma percepção parcial em especificar a *affordance* que indicava ser o tubo que ela pensava ser colírio, mas era supercola. A *affordance* de “aplicável nos olhos” existe assim como a *affordance* que indica que o tubo de colírio, na verdade, era de cola. Essa *affordance* apenas não foi identificada devido ao fato da percepção da mulher ter sido incompleta para esta ação nesse contexto.

Como afirmam Michaels e Carello (1981), o propósito da percepção está na efetividade e na ação útil e essa ação é o critério relevante para o sucesso da percepção. A atividade útil é condição necessária para se ajustar aos critérios de relevância e para a continuidade da vida. Trombar com uma porta de vidro ou cair na areia movediça não torna inválida a proposta de que a percepção pode ser incompleta, mas não errada. Entretanto, podemos questionar: Qual é a vantagem em desconsiderar o erro na percepção? Qual seria a vantagem da percepção incompleta que causa a morte de algum organismo? No exemplo de um ambiente com areia movediça, qual seria a vantagem que a percepção incompleta causaria a um organismo que irá morrer por captar inapropriadamente a informação do ambiente?

---

<sup>19</sup> Fonte: <https://www.folhape.com.br/noticias/americana-confunde-super-cola-com-colirio-e-vai-parar-no-hospital/274809/>

Em resposta a estes questionamentos entendemos que, no plano individual, não concordamos com a hipótese de Michaels e Carello (1981) que a percepção incompleta pode levar a mudanças de situações em que o agente se encontra, sendo considerada vantajosa. Nem toda mudança pode ser vantajosa como no caso do exemplo da morte do animal na areia movediça. A desvantagem é oriunda da possibilidade de incompletude da percepção que pode levar os organismos a agirem de modo inapropriado, através da não detecção de informação adequada em determinado contexto para determinado agente.

Para exemplificar, mencionamos mariposas que batem em luzes artificiais até morrerem. Segundo Hertzberg (2018), isso acontece porque elas evoluíram através de orientação transversal, tendo o brilho da lua como direcionador. Até incorporarem ao aprendizado perceptivo a informação que especifica a luz artificial e não brilho da lua, elas continuarão a bater várias vezes na luz até caírem no chão, mortas. Entretanto, a vantagem da percepção incompleta possivelmente estaria no plano da coletividade. Neste plano, as mortes de muitas mariposas batendo na luz ou de animais na areia movediça podem propiciar aos outros membros das espécies informações necessárias para que as espécies possam evoluir através do aprendizado coletivo.

## 8 CONCLUSÃO

Investigamos, neste capítulo, o conceito de informação no contexto ecológico gibsoniano, focalizando a abordagem antirrepresentacionista da percepção-ação. Enfatizamos os conceitos de informação ecológica, *affordance*, *invariante*, propriocepção, exterocepção, percepção direta e reciprocidade no processo coevolutivo dos organismos situados e incorporados em seus nichos.

Mostramos que a abordagem antirrepresentacionista ecológica foi um golpe no representacionismo (internalista e externalista) nos estudos cognitivos e, principalmente, sobre percepção-ação, substituindo o processamento de informação, as inferências e, consequentemente, a fragmentação agente que percebe e objeto percebido pela mutualidade organismo-ambiente, num

*continuum* percepção-ação. Na abordagem ecológica, o cérebro deixa de ser o centro das atenções, pois o que importa é o corpo situado e incorporado nas suas trocas informacionais com o ambiente.

Prosseguimos com nosso estudo através dos conceitos de *informação para* e *informação sobre*, indicando a imprescindibilidade de *affordances* e *invariantes* para a percepção-ação. *Invariantes* são padrões informacionais que se mantêm constantes ao longo do processo coevolutivo organismo-ambiente. Gibson (1986) caracterizou dois tipos de *informação sobre* ou *invariantes*: *estruturais* e *transformacionais*. Como apontamos, as *estruturais* indicam a permanência de padrões ao longo das mudanças no ambiente; já as *transformacionais* expressam padrões de alterações que permanecem constantes. As *invariantes* constituem *affordances* que são possibilidades de ação que o ambiente oferece aos organismos. As *affordances*, enquanto informação significativa, estão no ambiente para serem captadas diretamente. No plano social, as *affordances* são caracterizadas como inter-relação entre propriedades do organismo e do ambiente.

Relacionamos os conceitos de reciprocidade e nicho, mostrando que a reciprocidade, enquanto trocas informacionais e inseparabilidade organismo e ambiente, é elemento fundamental na percepção de *affordances*, bem como na construção do nicho. O nicho é caracterizado como a parte contextualizada do ambiente onde os agentes deixam suas marcas como expressividade do processo coevolutivo.

Salientamos que a percepção que os organismos têm de si e as ações dos seus corpos nos seus respectivos nichos podem ser consideradas sob a ótica da exterocepção e propriocepção. Destacamos também as diferenças entre o ambiente ecológico e o ambiente caracterizado pela ciência Física, no plano da percepção-ação. Posteriormente, mostramos a importância de padrões de ajustes auto-organizados na caracterização da informação ecológica, na medida em que a percepção da informação advém de *estruturas invariantes* significativas que possibilitam a auto-organização da percepção-ação.

Com base nas concepções de Michaels e Carello (1981), investigamos também a possibilidade do erro na percepção, argumentando que é

impossível haver erro na percepção direta. Isso porque no contexto ecológico, a percepção não está relacionada à busca de uma verdade pragmática absoluta em nenhuma circunstância contextual. A percepção não pode ser considerada errada porque não há valoração de nenhum tipo e em nenhuma escala. A percepção ecológica é caracterizada como incompleta em situações específicas. Essa incompletude pode ser desvantajosa no plano individual e vantajosa no plano coletivo.

Encaminhamos este texto para sua finalização, expressando a importância e as contribuições da teoria ecológica da percepção-ação para reflexões sobre as consequências negativas da influência da ação antrópica no ambiente.

Ação antrópica é caracterizada como ação humana que impacta de forma negativa ou positiva o ambiente. As ações antrópicas negativas se intensificaram desde a revolução industrial, tornando-se ainda mais devastadoras para o ambiente com o avanço científico e tecnológico usado para capturar e explorar recursos naturais, sem preocupações com a preservação da natureza (Sousa, [20--?]). Entre as causas da influência antrópica negativa estão, por exemplo, a urbanização sem planejamento adequado, desmatamento e queimadas ligadas às atividades agropecuárias e mineração, poluição de rios e mares, queima de combustíveis fósseis e emissão de poluentes que, por sua vez, acarreta mudanças climáticas, escassez de recursos naturais, racismo ambiental, desastres naturais, fome, miséria, entre outros.

A mudança climática que castiga países do mundo de diversas maneiras, através de enchentes, inundações, frio e calor extremos, por exemplo, também acarreta a redução da qualidade e quantidade de água potável, aumento do risco de extinções de diversas espécies, acidificação dos oceanos, insegurança alimentar através da redução de produção e aumento dos preços dos alimentos, aumento de doenças etc. (Silva; Colombo, 2019). Consequências da mudança climática são sentidas em maior grau por pessoas atingidas pelo racismo ambiental, conceito que expressa a ampla proporção com que populações pobres, socialmente discriminadas e vulnerabilizadas são atingidas com a degradação do ambiente, a qual é causada principalmente pela ação antrópica. O racismo ambiental também

se manifesta através da elaboração de políticas públicas que desconsideram a importância da qualidade e dignidade de vida dessas populações invisibilizadas e silenciadas pelo preconceito enraizado estruturalmente na sociedade (Di Spagna, 2023). Para Tania Pacheco (2007),

Chamamos de Racismo Ambiental às injustiças sociais e ambientais que recaem de forma implacável sobre etnias e populações vulnerabilizadas. O Racismo Ambiental não se configura apenas através de ações que tenham uma intenção racista, mas, igualmente, através de ações que tenham impacto “racial”, não obstante a intenção que lhes tenha dado origem. (...) O conceito de Racismo Ambiental nos desafia a ampliar nossas visões de mundo e a lutar por um novo paradigma civilizatório, por uma sociedade igualitária e justa, na qual democracia plena e cidadania ativa não sejam direitos de poucos privilegiados, independentemente de cor, origem e etnia.

Segundo Ângela Gomes (2024), no Brasil, a população negra também é a mais exposta a qualquer impacto ambiental que tenha consequências graves, dado que é essa população que ocupa predominantemente as áreas consideradas de risco para desastres ambientais. Isso é consequência da exclusão territorial originada no período colonial escravocrata, o qual se impôs na configuração rural e dos centros urbanos. Como afirma Gomes (2024):

O resultado da exclusão territorial escravocrata desenha as cidades de hoje: quem está nas encostas, onde há o maior índice de deslizamento, são os negros. As baixadas, lugares com a pior drenagem, sem saneamento básico, são territórios que as imobiliárias não desejam e são deixados para as comunidades marginalizadas do espaço urbano, a população negra.

Entendemos que as ações antrópicas negativas, as quais geram mudanças climáticas que atingem fortemente populações expostas ao racismo ambiental, também advêm da perspectiva humana em relação à natureza, qual seja, mecanicista, racionalista, antropocêntrica. Perspectiva esta disseminada há séculos nos campos do conhecimento científico que envolvem a Física, Matemática, Engenharias, Medicina ocidental e demais ciências. A visão de mundo fragmentada e mecanicista, herdeira do pensamento

cartesiano, considera a natureza uma máquina a ser controlada, utilizada e explorada pelo ser humano, único possuidor e detentor da razão, elemento essencial e soberano no suposto domínio do ambiente. A perspectiva técnico-antropocêntrica que coloca o ser humano no centro da natureza, sob o primado da razão e da tecnologia, tem sido a principal causa das ações antropogênicas ambientalmente devastadoras (Gonzalez; Moroni, 2011). A desconsideração em relação a outras espécies e ao próprio nicho humano tem gerado consequências que, a curto, médio e longo prazo, tornaram-se e podem se tornar irreversíveis como a extinção de outras espécies e o aumento de temperatura no planeta.

Consideramos que a perspectiva ecológica gibsoniana tem muito a contribuir para que haja uma mudança em relação à visão de mundo fragmentada e antropocêntrica, principal alicerce dos impactos negativos da ação antrópica. Entre estas contribuições podemos citar:

- O ser humano não é o eixo central da natureza, é somente mais uma espécie entre outras no processo coevolutivo com o ambiente.
- A razão, relacionada à primazia do cérebro humano em relação às outras espécies, deixa o seu reinado; no seu lugar, o corpo como todo é considerado essencial na aquisição de conhecimento através de trocas informacionais organismo-ambiente.
- A reciprocidade, cujo elemento aglutinador é a informação ecológica, é apresentada como substituta para a hierarquização e separabilidade organismo-ambiente.
- A percepção direta de informação significativa, *affordances*, que se formam através de padrões de ajustes, propicia o conhecimento não proposicional de que somos organismos conectados, incorporados e situados no ambiente.

Em síntese, a desierarquização da natureza, cujo centro não é mais o humano, a derrocada do primado único da razão em relação ao corpo, a necessidade de perceber o que nos conecta, a reciprocidade e inseparabi-

lidade organismo-ambiente formam o alicerce para ações antropogênicas positivas como reflorestamento em áreas que foram destruídas pela ação humana, a preservação de ecossistemas e da biodiversidade, a diminuição e interrupção da emissão de gases tóxicos, a intensificação da agroecologia, a utilização de fontes de energia renováveis como a solar e eólica, a reparação de injustiças sociais e ambientais, entre outros.

A necessidade de nos conectarmos novamente com a natureza advém da percepção de que a “natureza também somos nós”, explicitada, também, pelo conceito ecológico gibsoniano de reciprocidade. Como salienta Ailton Krenak em entrevista para o Jornal O Estado de Minas, em 2020:

Estamos há muito divorciados desse organismo vivo que é a Terra. Do nosso divórcio das integrações e interações com a nossa mãe, a Terra, resulta que ela está nos deixando órfãos, não só os que em diferente graduação são chamados de índios, indígenas ou povos indígenas, mas todos. Enquanto a humanidade está se distanciando do seu lugar, um monte de corporações espertalhonas tomam conta e submetem o planeta: acabam com florestas, montanhas, transformam tudo em mercadorias. Fomos, durante muito tempo, embalados com a história de que somos a humanidade e nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade. Eu não percebo onde tem alguma coisa que não seja natureza. Tudo é natureza. O cosmos é natureza. Tudo em que eu consigo pensar é natureza (Krenak, 2020).

Ou ainda, nas palavras de Harry Heft (2007, p. 95, tradução nossa):

O ambiente para os animais carrega a marca das suas atividades. A construção do nicho – uma indicação extremamente tangível da reciprocidade organismo – ambiente – é comum, e isto é mais especialmente o caso para os seres humanos. Os ambientes que nós vivemos têm sido transformados pela atividade humana. Considerar esses ambientes separados das maneiras que os humanos agem e os têm transformado, é tratar o ambiente na mais abstrata das maneiras.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> The environment for animals bears the mark of their activities. Niche construction – a very tangible

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, F. The informational turn in philosophy. *Minds and Machines*, Netherland, v. 13, p. 471-501, Nov. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1026244616112>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026244616112>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- BARON, M. R. Situating coordination and cooperation between ecological and social psychology. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 19, n. 2, p.179-199, Dec. 2007.
- BATESON, G. *Mente e natureza: a unidade necessária*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986.
- DEBRUN, M. A ideia de auto-organização. In: D'OTTAVIANO, I. L.; GONZALEZ, M. E. Q. (org.). *Identidade nacional brasileira e auto-organização*. Campinas: Coleção CLE, 2009. p. 53-74. Disponível em: [https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab\\_editorial/catalog/view/121/2311/3857](https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab_editorial/catalog/view/121/2311/3857). Acesso em: 13 nov. 2024.
- DEBRUN, M. M. Auto-organização e ciências cognitivas. In: GONZALES, M. E. Q. et al. (org.). *Encontro com as ciências cognitivas*. Marília: Faculdade de Filosofia e Ciências, 1997. p. 27-34. DOI: <https://doi.org/10.36311/1997.978-85-60810-30-7>.
- DESCARTES, R. *Discurso do método*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- DESCARTES, R. *Meditações*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- DI SPAGNA, J. O que é racismo ambiental e como ele ocorre no Brasil e no mundo. *Guia do Estudante*, São Paulo, set. 2023. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/atualidades/o-que-e-racismo-ambiental-e-como-ele-ocorre-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- DRETSKE, F. I. *Knowledge and the flow of information*. Oxford: Blackwell, 1981.
- FODOR, J. A. *Representations*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- FODOR, J. A. *The Language of thought*. New York: Thomas Y. Crowell, 1975.
- FODOR, J. A.; PYLYSHYN, Z. W. How direct is visual perception?: some reflections on Gibson's "ecological approach". *Cognition*, Lausanne, Netherlands, v. 9, p. 139-196, Apr. 1981.
- GIBSON, E. J. Ontogenesis of the perceived self. In: NEISSER, U. (ed.). *The perceived self: ecological and interpersonal sources of self-knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p. 25-42.
- GIBSON, J. J. *Reasons for realism*. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1982.

---

indication of animal – environment reciprocity – is a common place, and this is most especially the case for humans. The environments we live in have been transformed by human activity. To treat those environments apart from the ways human actions have transformed them is to treat “environment” in the most abstract of ways. (Heft, 2007, p. 95)

GIBSON, J. J. *The ecological approach to visual perception*. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1986.

GIBSON, J. J. *The ecological approach to visual perception*. New York: Psychology Press Classic Editions, 2015.

GIBSON, J. J. *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin, 1966.

GOMES, A. O que é racismo ambiental? Por que falar disso é importante? *Ciência hoje*, Rio de Janeiro, mar. 2024. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-que-e-racismo-ambiental-por-que-falar-disso-e-importante>. Acesso em: 20 nov. 2024.

GONZALEZ, M. E. Q. Auto-organização e perspectivismo: algum acréscimo à ciência cognitiva? In: GONZALEZ, M. E. Q.; BROENS, M. C. (org.). *Encontro com as ciências cognitivas*. Marília: Unesp-Marília-Publicações, 1998. v. 2. p. 3-13.

GONZALEZ, M. E. Q.; BROENS, M. C.; MORAES, J. A. A virada informacional na filosofia: alguma novidade no estudo da mente? *Revista de filosofia: Aurora*, Curitiba, v. 22, n. 30, p. 137-151, maio 2010.

GONZALEZ, M. E. Q.; MORAIS, S. R. A teoria da percepção/ação e o comportamento sócio-cultural. In: GONZALEZ, M. E. Q.; FERREIRA, A.; COELHO, J. (org.). *Encontro com as ciências cognitivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2007. v. 5. p. 149-161.

GONZALEZ, M. E. Q.; MORONI, J. Visões de mundo: uma reflexão a partir da perspectiva da filosofia ecológica. In: SIMONETTI, M. C. L. (org.). *A (in) sustentabilidade do desenvolvimento: meio ambiente, agronegócios e movimentos sociais*. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2011, p. 25-37. Disponível em: [http://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/a%20\(in\)sustentabilidade.indd.pdf](http://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/a%20(in)sustentabilidade.indd.pdf). Acesso em: 24 dez. 2023.

HASELAGER, W. F. G.; GONZALEZ, M. E. Q. A identidade pessoal e a teoria da cognição situada e incorporada. In: BROENS, M. C.; MILIDONI, C. B. (org.). *Sujeito e identidade pessoal: estudos de filosofia da mente*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2003. p. 95-111.

HEFT, H. The social constitution of perceiver-environment reciprocity. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 85-105, Dec. 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10407410701331934>. Acesso em: 13 nov. 2024.

HERTZBERG, R. Por que as mariposas são tão atraídas por luzes fortes? *National geographic*, [s.l.], out. 2018. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/10/por-que-as-mariposas-sao-tao-atraidadas-por-luzes-fortes>. Acesso em: 24 dez. 2023.

HODGES, B. H. Values define fields: the intentional dynamics of driving, carrying, leading, negotiating, and conversing. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 153-178, Dec. 2007.

HODGES, B. H.; BARON, M. B. On making social psychology more ecological and ecological psychology more social. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 79-84, Jan. 2007.

JACOBS, D. M.; MICHAELS, C. F. On the apparent paradox of learning and realism. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 14, n. 3, p. 127-139, July 2002. Disponível em: [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15326969ECO1403\\_2](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15326969ECO1403_2). Acesso em: 13 nov. 2024.

KRENAK, A. “O modo de funcionamento da humanidade entrou em crise”, opina Ailton Krenak. [Entrevista cedida a] Bertha Maakaroun. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 3 abr. 2020. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/pensar/2020/04/03/interna\\_pensar,1135082/funcionamento-da-humanidade-entrou-em-crise-opina-ailton-krenak.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/pensar/2020/04/03/interna_pensar,1135082/funcionamento-da-humanidade-entrou-em-crise-opina-ailton-krenak.shtml). Acesso em: 13 nov. 2024.

KRISHNAMURTI, J. *Sobre a natureza e o meio-ambiente*. São Paulo: Cultrix, 1997. Disponível em: <https://archive.org/details/SobreANaturezaEOMeioAmbienteJidduKrishnamurti/page/n37/mode/2up>. Acesso em: 4 dez. 2024.

LARGE, D. N. *Ecological philosophy*. [s.l.]: [s.n.], 2003. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/cognitio/article/download/36407/36651/100553>. Acesso em: 7 jul. 2025.

MCARTHUR, L. Z.; BARON, R. M. Toward an ecological theory of social perception. *Psychological review*, Washington, v. 90, n. 3, p. 215-238, July/Sept. 1983. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/fulltext/1983-30271-001.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MICHAELS, C. F.; CARELLO, C. *Direct perception*. New Jersey: Prentice-Hall, 1981.

MICHAELS, C. F.; PALATINUS, Z. A ten commandments for ecological psychology. In: SHAPIRO, L.; SPAULDING, S. (ed.). *The Routledge handbook of embodied cognition*. New York: Routledge, 2014. p. 19-28.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

MORONI, J. *Uma reflexão filosófica sobre o conceito de informação ecológica*. 2012. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/b9da59f9-f69c-43ac-a379-3ddb0f754b6>. Acesso em: 22 nov. 2024.

MORONI, J. *Um estudo epistemológico do Self não conceitual no contexto informacional da filosofia ecológica*. 2016. 185 f. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Disponível em: <https://www.bdt4.uerj.br:8443/handle/1/12148>. Acesso em: 20 nov. 2024.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Como a neve se forma? *National Geographic (Brasil)*, São Paulo, 10 jun. 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/06/como-a-neve-se-forma>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PACHECO, T. Racismo ambiental: expropriação do território e negação da cidadania. *Blog Combate Racismo Ambiental*. [S. l.], 2007. Disponível em: <https://racismoambiental.net.br/textos-e-artigos/racismo-ambiental-expropriacao-do-territorio-e-negacao-da-cidadania-2/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PUTNAM, H. *Representation and reality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

PUTNAM, H. The meaning of “meaning”. In: GUNDERSON, K. (ed.). *Language, mind, and knowledge*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1975. p. 131-193. (Minnesota studies in the philosophy of science, v. 7).

SCHMIDT, R. C. Scaffolds for social meaning. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 137-151, Dec. 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10407410701332064>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1971.

SILVA, K. Z.; COLOMBO, R. Mudanças climáticas: influência antrópica, impactos e perspectivas. *Fronteiras: journal of social, technological and environmental science*, Anápolis, v. 8, n. 3, p. 47-68, set./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2837>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SOUSA, R. Ações antrópicas no meio ambiente. *Brasil Escola*, Goiânia, [20--?]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acoes-antropicas-no-meio-ambiente.htm>. Acesso em: 22 nov. 2024.

STOFFREGEN, T. A. Affordances as properties of the animal-environment system. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 15, n. 2, p. 115-134, 2003.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, Oxford, v. 59, n. 236, p. 433-460, Oct. 1950. DOI: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Disponível em: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>. Acesso em: 11 nov. 2024.

TURVEY, M. T. Affordances and prospective control: an outline of the ontology. *Ecological philosophy*, Philadelphia, v. 4, n. 3, p. 173-187, 1992. Disponível em: [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326969eco0403\\_3](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326969eco0403_3). Acesso em: 14 nov. 2024.

TURVEY, M. T. Philosophical issues in self-organization as a framework for ecological psychology. *Ecological philosophy*, Philadelphia, v. 20, n. 3, p. 240-243, July 2008. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10407410802189232>. Acesso em: 14 nov. 2024.

VARELA, F.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. *The embodied mind: cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT-Press, 1991.

VAZ, D. V. Direct perception requires an animal-dependent concept of specificity and of information. *Ecological psychology*, Philadelphia, v. 27, n. 2, p. 144-174, May 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10407413.2015.1027128>. Acesso em: 14 nov. 2024.

WIENER, N. *Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo fomento à pesquisa. Agradeço também a Mariana Vitti-Rodrigues e a Carlos Cândido de Almeida pelas sugestões de alterações no texto, bem como aos pareceristas, sugestões que ajudaram no aprimoramento do texto.”

3

**CODIFICAÇÃO NEURAL,  
PROCESSAMENTO  
INFORMACIONAL E  
REPRESENTAÇÕES MENTAIS**

*NEURAL CODING, INFORMATION  
PROCESSING AND MENTAL  
REPRESENTATIONS*

*Diogo Fernando MASSMANN*

*USP*

*diogofm1818@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0001-5944-7139>*

**Resumo:** O problema mundo-cérebro-representações refere a dificuldade de articular uma relação correlacional ou causal sobre como surgem as representações a partir dos diferentes tipos de codificação neural e dos diferentes níveis de processamento informacional no cérebro. A metodologia usada é comum à pesquisa de base em neurociência cognitiva e à pesquisa teórico-conceitual em neurofilosofia. O objetivo geral é explicitar as características no tocante a formulação do problema da relação entre a codificação neural, o processamento informacional e a origem das representações. Os objetivos específicos referem-se à abordagem destes três tópicos com respeito às suas particularidades e a sua interação. Os resultados consistem nas definições conceituais de codificação neural, processamento informacional e representações mentais na neurociência cognitiva relativamente às suas características, tipologia, funções e interação. A conclusão é que a formulação adequada do problema mundo-cérebro-representações pode facilitar a busca por soluções e que isso depende de desvendar a natureza dessa relação.

**Palavras-Chave:** Codificação Neural. Processamento Informacional. Representações Mentais.

**Abstract:** The world-brain-representations problem refers to the difficulty of articulating a correlational or causal relationship about how representations arise from different types of neural coding and different levels of information processing in the brain. The methodology used is common to basic research in cognitive neuroscience and theoretical-conceptual research in neurophilosophy. The general aim is to explain the characteristics of the formulation of the problem of the relationship between neural coding, informational processing, and the origin of representations. The specific objectives refer to the approach of these three topics in terms of their particularities and interactions. The results consist of the conceptual definitions of neural coding, information processing and mental representations in cognitive neuroscience regarding their characteristics, typology, functions, and interactions. The conclusion is that a proper formulation of the world-brain-representations problem can facilitate the search for solutions and that this formulation depends on discovering the nature of this relationship.

**Keywords:** Neural Coding. Information Processing. Mental Representations.

## **1 INTRODUÇÃO**

Este texto é destinado a tratar de três tópicos importantes para o problema de como as representações mentais, a informação e a codificação neuronal interagem entre si. Isso poderia ser denominado como o problema mundo-cérebro-representações (Piccinini; Scarantino, 2010; Northoff, 2023). Este tópico é válido, porque esta é uma questão central para explicar a origem das representações mentais (Lau; Rosenthal, 2011; Brown; Lau; Ledoux, 2019). O problema da dificuldade em relacionar explicativamente a codificação neuronal, o processamento informacional e a representação mental, se for melhor compreendido, poderia ajudar a entender como o cérebro permite emergir a mente (Dehaene; Naccache, 2001).

O que se pretende argumentar aqui não é uma solução do problema das representações mentais e a sua ligação com o processamento informacional e a codificação neural (Churchland, 2013). Antes disso, se busca tão somente prover uma caracterização da questão, ou seja, uma maneira que possa ser adequada à resolução da questão à maneira das abordagens neurofilosóficas (Churchland; Sejnowski, 1990). Isso quer dizer que o modo específico que o problema é formulado pode contribuir em avanços na questão para uma futura solução do problema. Desse modo, o objetivo que aqui se almeja é algo bem menos desafiador e audacioso, mas que possa ser significativo se for possível melhor entender como emerge a dificuldade de articular uma explicação que proponha que a codificação neuronal, o processamento informacional e as representações mentais seriam a mesma coisa sob diferentes níveis de análise (Churchland; Sejnowski, 1996).

Em síntese, o que se tenciona aqui neste texto é mostrar que o problema das representações mentais, ou dito de outro modo, o problema da incompatibilidade das representações com a relação mundo-cérebro é uma tentativa de mostrar que a mente, ao contrário dos outros sistemas biológicos, parece ter uma dinâmica difícil de explicar a partir de como a relação mundo-cérebro é explicada (Northoff, 2023). Assim, parece imprescindível entender a questão do modo para alcançar a formulação do problema da ligação entre as representações mentais, os tipos de processamento informacional e as variedades de codificação neuronal (Baker; Lansdell; Kording, 2022).

Uma das fontes dessa aporia começa por pensar que o cérebro é visto como a parte do corpo que processa os dados sensoriais recebidos e armazena as informações que, em última análise, constituem as representações mentais. Inicialmente, se considera que os dados sensoriais chegam de sensores que coletam as informações relativas ao estado do corpo e à existência de objetos externos (Damasio; 1994; Seth, 2021). Quando considerados necessários, os comandos são emitidos a fim de alterar os estados internos do corpo ou de atuação no mundo externo (Damasio, 1994; Seth, 2021). A codificação primária é não-consciente e concerne a toda essa coleta de dados, ao processamento de informações e ao comando de uma ação (Seth; Friston, 2016). Com efeito, a parte representacional do problema mundo-cérebro-representações é entender como as representações estão relacionadas à parte mundo-cérebro, ou seja, o problema da sua origem nessa relação.

No nível mais elementar, como aquele que é desempenhado em contextos neurais que suportam o aprendizado associativo básico, as informações são codificadas distributivamente dentro do sistema e as representações não se restringem a nenhum papel, exceto a conveniência interna (Kandel, 2001; Kandel *et al.*, 2013). Todos os mapas mentais, por exemplo, são apenas para uso interno e não há necessidade de integração entre as diferentes modalidades sensoriais (já que não há sentido em transferir as informações de um lugar para outro dentro do mesmo sistema) (Bailey; Kandel, 2008). Aqui, fica notória que a relação entre a codificação primária e as representações internas mais básicas necessita de elucidação (Sawatani; Ide; Takahashi, 2023).

Subsequentemente, as representações mentais e a codificação neural são relacionadas se for considerar que as representações mentais, tanto não-conscientes quanto conscientes, podem ser, mas não se restringem, aos mapas isomórficos aos objetos do ambiente que são representados, neste caso, por exemplo, um estímulo visual pode ser representado topologicamente nas áreas visuais primárias, bem como representado esparsamente as regiões cerebrais mais amplas e anteriores do cérebro (Churchland; Sejnowski, 1990). Da mesma forma, a noção de um objeto, como uma deliciosa maçã vermelha, pode ser representada pela ativação de um grupo de células especializadas multimodais ou pela ativação de vários núcleos

neuronal distribuídos por todo o cérebro (Churchland; Sejnowski 1996). Assim sendo, aquela representação de ordem mais elevada, que unificará todas as características do objeto representado, também dependerá de um tipo de codificação posterior, isto é, multimodal e paralela, como um espaço de trabalho global (Baars, 1993; Baars; Geld; Kozma, 2021).

Dessa maneira, a meta do capítulo é adentrar mais detalhadamente neste problema, primeiro, interpelando sobre os diversos tipos de codificação neuronal em diferentes níveis (seção 1), para depois, aproximar-se da relação entre estes tipos de codificação neuronal e as representações mentais (seção 2), para na sequência, deliberar sobre os diferentes tipos de processamento informacional que são requeridos em cada nível de processamento (seção 3) e, antes de encerrar, prosseguir quanto às noções de representação que são aludidas no tocante à relação mundo-cérebro na neurociência (seção 4). Por fim, há uma seção derradeira que procura aludir a alguns *insights* que poderiam ser extraídos das seções prévias quanto à formulação do problema da relação mundo-cérebro-representação.

## **2 CODIFICAÇÃO NEURAL**

Um dos temas mais espinhosos da neurociência comportamental é compreender como ocorre a codificação neural: o cérebro humano contém entre 80 e 100 bilhões (mais precisamente, 86 bilhões) e entre 40 e 130 bilhões de células gliais (Von Bartheld; Bahney; Herculano-Houzel, 2016) densamente compactados que estão conectados a uma rede intrincada. Em cada pequeno volume do córtex, milhares de picos de disparos são emitidos a cada milissegundo. Contudo, qual é a informação contida em tal padrão espaço-temporal de pulsos? Qual é o código usado pelos neurônios para transmitir essa informação? Como outros neurônios podem decodificar o sinal? Como observadores externos, podemos ler o código e entender a mensagem do padrão de atividade neuronal?

A codificação neural (*Neural Coding*) descreve o estudo do processamento da informação pelos neurônios (Churchland; Sejnowski, 1990). Tais estudos buscam saber qual informação é usada e como a informação é transformada à medida que passa de um estágio de processamento para

outro. O campo da codificação neural procura sintetizar as informações provenientes de muitos níveis de análise e explicar como o comportamento integrado surge da atividade cooperativa dos neurônios no cérebro (Churchland; Sejnowski, 1996). Ora, muito se sabe sobre a biofísica das respostas neuronais, por exemplo, como os potenciais de ação (*spikes*)<sup>1</sup> são gerados, como o potencial de ação age no terminal do axônio para causar a liberação dos transmissores e como os transmissores agem nos receptores neuronais alvo (Purves *et al.*, 2004; Kandel *et al.*, 2013). No entanto, o impacto da série de potências de ação não é bem conhecido e é ainda menos claro quais informações foram codificadas e como essas informações serão utilizadas nos estágios de processamento subsequentes (Richmond, 2009).

Por informação, se entende aqui a informação no sentido natural (Dretske, 1988, 2008). No sentido natural, a informação está relacionada aos sinais físicos, ao ambiente ecológico e às regularidades funcionais. Em outras palavras, a informação depende dos veículos que a transportam, que são entidades físicas, ao ambiente que a circunda, na qual, as trocas ambiente-organismos são possíveis e, por fim, contam as propriedades funcionais do sistema que implicam naquilo que a informação diz respeito e para que ela serve (Piccinini; Scarantino, 2010). Por processamento informacional, se compreende os níveis de processamento da informação dentro de um sistema, neste caso, o cérebro de um organismo (Baars, 1993; Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998). Isso quer dizer que é importante considerar como a informação é processada, desde os níveis elementares (modal e serial) até os níveis mais elevados (heteromodal, paralelo e supramodular/global) (Baars, 1993; Baars; Geld; Kozma, 2021; Macgovern; Baars, 2007). O primeiro concerne ao processamento de propriedades específicas de um estímulo sensorial de modo modal e serial e o último ao modo como isso é vinculado em redes de larga-escala (Raichle *et al.*, 2001) para ser integrado/unificado e disponibilizado/transmitido para todo o sistema mediante processamento paralelo e heteromodal (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998; Dehaene *et al.*, 2006; Mashour *et al.*, 2020). Quando

---

<sup>1</sup> Potencial de Ação é uma breve flutuação no potencial de membrana, causada pela rápida abertura, seguida de fechamento, dos canais iônicos dependentes de voltagem; também conhecido como potencial em ponta, espiga, impulso nervoso ou descarga. Os potenciais de ação varrem como uma onda a extensão dos axônios para transferir informação de um lugar a outro no sistema nervoso (Bear *et al.*, 2017).

a informação é representada supramodularmente (Morsella, 2005), então ela está inserida em funções de resolução de situações conflitantes e tomada de decisão (Sackur; Dehaene, 2009).

A principal questão quanto à codificação neural é saber se a codificação é temporal ou por ritmo. Por um lado, quando se descobre que o tempo preciso dos potenciais de ação ou as flutuações da taxa de disparo de alta frequência transportam as informações, o código neural é frequentemente identificado como um código temporal. A resolução temporal do código neural está em uma escala de tempo de milissegundos, indicando que o tempo preciso do potencial de ação é um elemento significativo na codificação neural. Por outro lado, o modelo de codificação por ritmo de comunicação de disparo neuronal afirma que, à medida que a intensidade de um estímulo aumenta, a frequência ou taxa de potenciais de ação, ou disparo de potenciais de ação, aumenta. A codificação por ritmo é um esquema assumindo que a maioria, se não todas, as informações sobre o estímulo estão contidas no ritmo de disparo do neurônio (Kandel *et al.*, 2013).

Essa seria uma possível explicação conveniente para saber como os processos celulares e moleculares da célula tornam possível a transmissão de informação (Churchland; Sejnowski, 1996). No parágrafo precedente foi dito que o cérebro recebe as informações ocasionadas por mudanças físicas no ambiente, por exemplo, incluindo a luz, o toque e o som, e integra essas informações com as informações codificadas geneticamente e/ou adquiridas que são lembradas e, então, produz um comportamento organizado (Purves *et al.*, 2004). Mas uma questão que sobressai é saber qual é o tipo de codificação usada para transmitir a informação, se ela é confiável ou se ela gera ruído, e como a informação é decodificada e, depois, utilizada para o comportamento (Churchland; Sejnowski, 1996). Levando em conta que o sinal que é transmitido pelo axônio<sup>2</sup> é bem diferente do sinal que chegou ao neurônio e dos seus estágios iniciais de processamento, então os potenciais de ação são deveras importantes para a questão do tipo de codificação neuronal. Os potenciais de ação são causados pela despola-

---

<sup>2</sup> Por definição, “axônio” é uma parte do neurônio, um neurito especializado na condução de impulsos nervosos, ou potenciais de ação, normalmente para longe e vindo do soma rumo ao terminal axonal (Bear *et al.* 2017).

rização da célula neuronal, ou seja, pela diferença de cargas iônicas entre o interior e o exterior da célula. Assim, um potencial de ação dispara quando atinge o limiar de 45 mV causando a liberação do neurotransmissor que carregará a informação para a célula pós-sináptica (Kandel *et al.*, 2013). A questão é que a sequência de disparos (ou trem de disparos) codifica as informações nos alvos de projeção para os neurônios (Richmond, 2009).

De um lado, uma hipótese defende que os códigos potenciais de ação são sobre o tempo, quando o tempo de disparo dos potenciais de ação é preciso ou quando há flutuações da taxa de disparo de alta frequência, por outro lado, outra hipótese diz que o que carrega a informação são os ritmos/frequências de disparo dos potenciais de ação cuja a frequência aumenta se a frequência dos estímulos aumentar (Theunissen; Miller, 1995)<sup>3</sup>. Assim, é sobre o debate da codificação por ritmo e tempo que a primeira seção incidirá.

## 2.1 CODIFICAÇÃO POR RITMO

Desse modo, para abordar a codificação por ritmo, pode-se adentrar em tópicos como os ritmos de codificação como uma contagem da média de disparos no tempo, a sua densidade (a média em várias execuções), mas também referir aos ritmos como a média populacional (Gerstner; Kister, 2002)<sup>4</sup>. De modo geral, a codificação por ritmo é um tipo de codificação por frequência e assevera que, quando a intensidade do estímulo aumenta, a frequência ou ritmo dos potenciais de ação, ou taxas de disparos (*rate firings*), também aumenta. Isso quer dizer que, quanto mais forte for o estímulo de toque, mais potenciais de ação ocorrem durante um período de estimulação. Desse modo, a informação sobre o estímulo é contida no ritmo de disparo do neurônio (Kandel *et al.*, 2013). Como escrito

---

<sup>3</sup> Adicionalmente, é preciso salientar que a linha divisória nem sempre é tão claramente traçada quanto pode parecer à primeira vista, como por exemplo, os casos em que alguns códigos que foram inicialmente propostos como exemplos puros de códigos de potencial de ação sobre o tempo do primeiro disparo (como os procedimentos de reconstrução do estímulo) que foram posteriormente interpretados como variações de códigos de ritmos (ritmos como média da atividade populacional) (Theunissen; Miller, 1995).

<sup>4</sup> Primeiramente, é preciso lembrar que o conceito de codificação por ritmo (*rate coding* ou *rate firing*) é amplo e não será discutido de modo exaurido aqui, mas tão somente destacar alguns subtipos e conceitos relevantes.

acima, a codificação por ritmo é subdividida em três grandes categorias: 1) a Ritmo como Contagem de Disparos (*average over time*); 2) Ritmo como Densidade de Disparos (*average over several runs*); 3) Ritmo como Densidade de Disparo Aplicado às Populações de Neurônios (Gerstner; Klister, 2002).

### **2.1.1 RITMO COMO CONTAGEM DE DISPAROS**

No caso 1, a primeira e mais comumente usada definição de um ritmo de disparo refere-se à uma média temporal. O ritmo por contagem de pulsos nervosos, também referido como média temporal, é obtido pela contagem do número de pulsos nervosos que aparecem durante um experimento divididos pela duração do experimento (Gerstner; Klister, 2002). A contagem de pulsos em uma janela temporal é fixada pelo experimenter e depende do tipo de célula que é registrada, sendo que, os sistemas sensoriais e motores são alvos de estudos e a variação típica dos registros está entre 100-500 ms entre mais curtos e duradouros (Gerstner; Klister, 2002). No caso de registros curtos, há os experimentos realizados com a *Aplysia Californica*, na qual o experimentador estimula o sifão da *Aplysia* que causa o recolhimento da brânquia (Kandel, 2001). Considerando que os dois atos reflexos juntos, o reflexo de retirada do sifão e o reflexo de retirada branquial, formam um padrão reflexo com latência curta que protege as guelras e o sifão do animal de estímulos potencialmente ameaçadores, isso é mediado por neurônios periféricos e gânglios abdominais que são mais extensivos que nos vertebrados (Kandel, 2001). Distintamente, em casos que exigem vários níveis de processamento informacional, como no caso do reconhecimento de padrões de uma cena visual, os tempos de reação podem variar (Thorpe, 1990)<sup>5</sup>.

Mesmo com as limitações sobre os tempos de resposta que podem variar os protocolos de média temporal, o conceito de codificação por ritmo de disparo recebeu atenção dos modelos de redes neurais pensando a codificação como transformação informacional pelo neurônio (Gerstner;

---

<sup>5</sup> Novamente, isso não deixa tempo suficiente para realizar médias temporais em cada nível. Na verdade, os humanos podem detectar imagens em uma sequência de imagens não relacionadas, mesmo que cada imagem seja exibida por apenas 14 a 100 milissegundos (Thorpe, 1990).

Klister, 2002; Mountcastle; Steinmetz; Romo, 1990). Em outras palavras, o ritmo determinado pela contagem de disparos de tentativa única pode ser obtido, mais isso faria perder toda a resolução temporal sobre as variações na resposta neural durante o curso da tentativa, o que é característica desse esquema de codificação (Gerstner; Klister, 2002; Mountcastle; Steinmetz; Romo, 1990). Esta definição de ritmo tem sido usada com sucesso em muitas preparações, particularmente em experimentos com sistemas sensoriais ou motores (Mountcastle; Steinmetz; Romo, 1990).

Isso levou à ideia de que um neurônio transforma as informações sobre uma única variável de entrada (a força do estímulo) em uma única variável de saída contínua (o ritmo de disparo). Além disso, com base na ideia de que o ritmo de disparo se refere a uma variável de entrada (estímulo) e uma variável de saída (resposta), implica-se que ela vai aumentar se aumentar a força do estímulo e saturar para um *input* alto além do máximo valor (Gerstner; Klister, 2002). Com base nisso, a curva de frequência-corrente  $I^F$  do neurônio é referência à diferença entre a relação da frequência de disparo medida " $V^N$ " com a corrente de entrada aplicada " $I^N$ " entendida como um ganho neural. Se os disparos sequenciais são em intervalos regulares, então os ritmos de disparos codificam a informação. Contudo, se o valor dos ritmos de disparo for obtido a longas distâncias no cérebro, então as irregularidades que são achadas nas sequências de disparo são consideradas como ruídos (Gerstner; Klister, 2002).

### **2.1.2 RITMO COMO DENSIDADE DE DISPAROS**

No caso 2, há uma segunda definição de frequência que funciona tanto para os estímulos estacionários quanto para os estímulos dependentes do tempo. Para tanto, o ritmo é definido enquanto uma média ao longo de várias repetições (ritmos de *Peri-Stimulus-Time Histogram*-PSTH) do experimento (Gerstner; Klister, 2002). Isso quer dizer que o experimentador registra um ritmo como densidade de um pico de pulsos a partir de um neurônio, enquanto o estimula com alguma sequência de entrada, a mesma sequência de estimulação é repetida várias vezes e a resposta neuronal é relatada em um histograma (PSTH). O ritmo de densidade vai depender do tempo  $t$ , a

partir do início da sequência de estimulação e  $\Delta t$  que é uma gama temporal será de poucos milissegundos. Desse modo, a densidade do pico de pulsos é uma medida do número de ocorrências de pulsos ( $K^N$ ) somados às repetições totais do experimento ( $t; t + \Delta t$ ) que é dividido por um número de repetições  $K$ . Uma divisão adicional pelo comprimento do intervalo  $\Delta t$  produz a densidade de pico do PSTH (Gerstner; Klister, 2002). Assim, a densidade de pico do PSTH é geralmente relatada em unidades de Hz e, frequentemente, chamada de ritmo de disparo (dependente do tempo) do neurônio. Em suma, a medida de densidade de pico é um método útil para avaliar a atividade neuronal, em particular, no caso de estímulos dependentes do tempo, mas falha enquanto esquema de decodificação usado pelos neurônios no cérebro, pois depende da repetição dos estímulos o que não ocorre em contexto ecológico (Gerstner; Klister, 2002).

### **2.1.3 RITMO DE DENSIDADE DE DISPAROS APLICADOS ÀS POPULAÇÕES DE NEURÔNIOS**

Este é o ritmo como uma atividade de conjuntos (*Average over Several Neurons*). Se o experimentador estiver estudando uma população homogênea de neurônios que respondem a um estímulo  $Z$ , ele procurará averiguar um vetor da localização do estímulo  $Z$  no espaço de input (Wu; Amari; Nakahara, 2002). Em uma grande população, muitos neurônios estarão ativos simultaneamente quando um novo estímulo  $Z$  for representado. Desse modo, o neurônio  $X$  responde melhor ao estímulo  $ZX$  e o neurônio  $Y$  ao estímulo  $ZY$ . Logo, se pode dizer que os picos de pulsos do neurônio  $X$  “representam” um vetor de *input*  $ZX$  e o neurônio  $Y$  os de  $ZY$ . Desse modo, a localização desse estímulo pode então ser estimada a partir da média ponderada da população (Wu; Amari; Nakahara, 2002).

Considerando as limitações do caso 2, talvez, a medida experimental da densidade de pico de pulsos possa fazer sentido, se houver grandes populações de neurônios independentes que recebem o mesmo estímulo (Gerstner; Klister, 2002). Considerando que o número de neurônios dentro de uma população é imenso e que há neurônios que possuem propriedades e comportamento similares, então seria mais fácil, ao invés de

registrar uma população N em uma única execução, registrar a partir de um único neurônio e calcular a média de N execuções repetidas, mesmo que a codificação de densidade de pico dependa da suposição implícita de que sempre há populações de neurônios (Wu; Amari; Nakahara, 2002).

Contudo, a falta de homogeneidade entre as populações de neurônios pode significar um problema (Fuster, 2003). Por exemplo, em mamíferos, o córtex visual é organizado em colunas de dominância ocular com propriedades semelhantes em termos de tipos de células e organização. Assim, com base no caso 3, é de se esperar que todos os neurônios da mesma população devem ter o mesmo padrão de conexões de entrada e saída. Neste cenário, os picos de pulsos dos neurônios em uma população M são enviados para outra população N, de modo que, cada neurônio na população N recebe entrada de todos os neurônios na população M, assim, a quantidade relevante, do ponto de vista do neurônio receptor, é a proporção de neurônios ativos na população pré-sináptica M (Fuster, 2003). Mas se os níveis de heterogeneidade forem maiores, ou seja, a diversidade neuronal e organizacional, então as oscilações da atividade de uma unidade, se houverem mudanças nas condições de estímulo, podem afetar a atividade populacional. Assim, onde houver um certo grau de heterogeneidade em seus parâmetros internos e padrões de conectividade, as previsões sobre o comportamento da população podem não ser precisas (Fuster, 2003).

## 2.2 A CODIFICAÇÃO TEMPORAL

Depois de considerar os tópicos acerca dos ritmos de codificação enquanto uma contagem da média de disparos no tempo, a sua densidade (a média em várias execuções) e os ritmos como média populacional, neste segundo momento, é relevante abordar os tipos de codificação temporal (*Spike Codes*). Quando se descobre que o tempo preciso de pico ou as flutuações na taxa de disparo de alta frequência transportam as informações, o código neural é frequentemente identificado como um código temporal. Especificamente, há três tipos: 1) Tempo para o Primeiro Pulso Nervoso depois do estímulo inicial (*time-to-first-spike*); 2) Fase dos Códigos de

Disparo como a combinação da contagem de pulsos para a referência temporal baseada em oscilações (*phase of firing code*); 3) e a aleatoriedade do pulso nervoso, ou precisamente, os Grupos com Padrões Temporais (*temporal patterns*) (Gerstner; Kister, 2002).

### **2.2.1 TEMPO PARA O PRIMEIRO DISPARO**

Os códigos de pico de pulsos envolvem um esquema de codificação baseado no tempo (*temporal coding*) até o primeiro pico (*time-to-first-spike*) (Thorpe, 1990)<sup>6</sup>. O tempo para o primeiro disparo pode codificar a maior parte da informação de 20 a 50 milissegundos após o início da resposta neural (Thorpe, 1990). Então, quando um neurônio recebe um novo estímulo, ele é repentinamente ativado no momento  $t^0$ , como quando um organismo rastreia algo movimentando no campo visual recebendo um *input* visual novo na retina (Purves *et al.*, 2004).

A hipótese da codificação temporal no primeiro disparo assevera que há um código onde, para cada neurônio, o tempo do primeiro pico após o sinal de referência contém todas as informações sobre o novo estímulo (Thorpe; Fize; Marlot, 1996). Um neurônio que dispara logo após o sinal de referência pode sinalizar uma estimulação forte, mas se disparar um pouco mais tarde sinalizaria uma estimulação mais fraca (Thorpe; Fize; Marlot, 1996). Para este esquema de codificação, cada neurônio precisa disparar somente um pulso para transmitir a informação, sendo que os potenciais de ação subsequentes são sem relevância para contar como sinal de saída informacional (Thorpe; Fize; Marlot, 1996).

Este é um modelo de codificação temporal, porque se imaginar o movimento sacádico do olho, a cada novo movimento há um novo estímulo chegando e o neurônio está pronto para emitir o seu próximo potencial de ação que agora transmite as informações sobre o novo estímulo (Thorpe; Fize; Marlot, 1996). Como cada neurônio em tal cenário transmite exatamente um potencial de ação por estímulo, fica claro que apenas

---

<sup>6</sup> Thorpe (1990) argumenta que o cérebro não tem tempo para avaliar mais de um pico de cada neurônio por etapa de processamento. Portanto, o primeiro pico deve conter a maioria das informações relevantes.

o tempo transmite as informações e não o número de potências (Thorpe; Fize; Marlot, 1996).

### **2.2.2 FASES DOS CÓDIGOS DE DISPARO**

Se aplicar este modelo para sinais periódicos (não só singulares), então as sequências de disparo de neurônios poderiam codificar a informação nas fases dos pulsos (fases de um potencial de ação) com base num *background* de oscilações (O'keefe; Recce, 1993). Essas oscilações podem servir como um sinal de referência interno e os trens de potenciais de ação poderiam então codificar as informações na fase de um pulso em relação à oscilação de fundo (O'keefe; Recce, 1993). Se a entrada não mudar entre um ciclo e o próximo, então o mesmo padrão de fases se repete periodicamente. Evidências científicas (O'keefe; Recce, 1993) sugerem que a fase de um pico durante uma oscilação hipocampal transmite as informações sobre a localização espacial do animal que não é totalmente explicada pelos ritmos de disparo do neurônio.

As correlações e as sincronias também são importantes, pois pode-se usar os potenciais de ação de outros neurônios como sinal de referência para um código de pulso, de modo que, a sincronia entre um par ou muitos neurônios poderia significar eventos especiais e transmitir as informações que não estão contidas no ritmo de disparo dos neurônios por contagem de potenciais de ação ou média segundo repetições (*temporal patterns*) (Gerstner; Kistler, 2002). Essa ideia pode ser interessante, porque poderia ser levantada para explicar como o cérebro representa um objeto numa cena visual a partir de um conjunto de neurônios disparando de modo sincronizados (Kandel *et al.*, 2013). Contudo, além da sincronia, qualquer padrão preciso de pulso espaço-temporal pode ser um evento significativo. Os neurônios que podem ter um padrão de disparo em uma sucessão temporal poderiam representar uma certa condição de estímulo e os mesmos neurônios disparando com atrasos relativos diferentes poderiam significar um estímulo diferente, por exemplo, as correlações de neurônios auditivos e visuais são dependentes de estímulos e podem transmitir as informações além daquelas contidas apenas nos ritmos de disparo (Kandel *et al.*, 2013).

### **2.2.3 GRUPOS COM PADRÕES TEMPORAIS**

Outra técnica interessante para a codificação temporal é a reconstrução do estímulo por correlação reversa enquanto padrões temporais (*temporal patterns*). A correlação reversa estipula que se considerarmos que um neurônio que é acionado por um estímulo dependente do tempo “ $s(t)$ ” (Gerstner; Klister, 2002), desse modo, sempre que ocorre um potencial de ação e se observar o curso do estímulo em uma janela de tempo de cerca de 100 milissegundos imediatamente antes do disparo, então a média dos resultados em vários disparos produz o curso de tempo típico do estímulo imediatamente antes de um disparo (Gerstner; Klister, 2002).

Em outras palavras, a correlação reversa significa que o experimentador calcula a média da entrada do estímulo sob a condição de uma resposta idêntica, ou seja, um potencial de ação para determinar o curso de tempo típico do estímulo que o tem desencadeado (algo como o significado de um único potencial) (Victor, 2005). Com tal técnica, as características espaço-temporais dos neurônios no córtex visual puderam ser medidas (Victor, 2005). Desse modo, se os resultados da análise de correlação reversa sugerirem que cada potencial de ação significar o curso de tempo do estímulo que precede o potencial, então uma reconstrução do curso de tempo completo do estímulo “ $s(t)$ ” a partir do conjunto de tempos de disparo  $F = \{t(1), \dots, t(n)\}$  deve ser possível (Victor, 2005). Este método de reconstrução mostra bem que as informações sobre uma entrada dependente do tempo podem, de fato, ser transmitidas pelo tempo de disparo (Gerstner; Klister, 2002).

## **2.3 SÍNTESE**

Em resumo, desta primeira seção, uma pergunta pertinente que integraria a abordagem do problema da relação entre cérebro-informação-representação seria questionar se o que importa para codificação das informações no cérebro é o tempo ou as frequências de disparo dos neurônios? A pergunta pressupõe uma linha divisória que seja clara, mas se não for assim, ou seja, se algumas codificações que foram sugeridas como sendo códigos temporais de potenciais de ação (tempo do primeiro disparo), na

verdade, são variações de códigos por ritmo da frequência dos potenciais de ação (as médias de densidade de disparos), então parece mais difícil assumir uma posição por tempo ou ritmo de disparo que exclua a outra hipótese (Theunissen; Miller, 1995).

Em outras palavras, se o ritmo médio de disparo de um neurônio for alto para um determinado estímulo, espera-se que o primeiro potencial de ação ocorra cedo. Se o ritmo for baixo, espera-se que o primeiro potencial de ação ocorra mais tarde. Assim, o momento do primeiro potencial de ação poderia conter muitas informações sobre o ritmo subjacente (Theunissen; Miller, 1995). Inversamente, se um código baseado em atividades populacionais, apresentado acima como um exemplo de um código de ritmo, puder ser usado para os esquemas de codificação temporal muito rápidos, isso dependerá da atividade da população reagir rapidamente a qualquer mudança no estímulo. Assim, a codificação de ritmo no sentido de uma média populacional será consistente com o processamento rápido de informações temporais, enquanto a codificação de ritmos no sentido de uma medida de contagem de disparos lenta não será (Theunissen; Miller, 1995)<sup>7</sup>.

Com efeito, se a sequência de potenciais de ação contém a informação que é transmitida de um neurônio para o próximo, qual é o código usado pelos neurônios? Nesta seção foram apresentados três conceitos de codificação neural da informação por ritmo (ritmo como contagem de disparos, ritmo da densidade de disparos e ritmo como uma atividade de conjuntos) e outros três conceitos por tempo de disparo (tempo para o primeiro disparo, fases dos códigos de disparo e grupos de padrões temporais). Adicionalmente, foi problematizado casos em que codificação neuronal por fase e tempo estão relacionadas (tempo do primeiro disparo e média da densidade de disparos). As duas grandes categorias de codificação neural, por ritmo e tempo de disparo, foram usadas em análise de dados experimentais e mostrando algumas limitações quando são interpretados como um “código real” usado

---

<sup>7</sup> Desse modo, haveria meios de tentar complementar a codificação por ritmo com a codificação temporal de disparo de alta frequência dos pulsos nervosos que carregam informação (Theunissen; Miller, 1995). Isso seria notório, pois a codificação por ritmo considerava as flutuações de alta frequência nos ritmos de disparo como ruído, sendo consideradas irregularidades. Neste cenário, só as codificações por ritmo que são consistentes e regulares transmitiriam informação. Se o cérebro tivesse evoluído assim, então, a codificação temporal não teria sido selecionada, no entanto, a codificação temporal fornece uma explicação alternativa para o “ruído”, sugerindo que ele codifica a informação e afeta o processamento neural (Theunissen; Miller, 1995).

para a transmissão de informações neuronais (Gerstner; Kistler, 2002). Não obstante, na seção seguinte, a evidência biológica dos modelos de codificação por ritmo e temporal são aplicados no contexto de como os sistemas neurais processam a informação e possibilitam ao organismo se adaptar ao seu ambiente, através da formação de representações.

### **3 CODIFICAÇÃO NEURAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS**

Seguindo a linha do argumento, seria interessante indagar as propostas precedentes à vista das ponderações no tocante à alínea das representações mentais, aqui entendidas como neurais. Desse modo, é pertinente ver os resultados de algumas pesquisas paradigmáticas no tema (Mountcastle; Steinmetz; Romo, 1990; Romo *et al.*, 2000, 2002) concernente à hipótese da codificação por ritmo (*rate firing*) e se elas abordam satisfatoriamente o problema da codificação neural. É claro, no entanto, que uma abordagem baseada em uma média temporal (*average over time*) negligencia todas as informações possivelmente contidas no momento exato dos potenciais de ação (Thorpe, 1990; Thorpe; Fize; Marlot, 1996).

Primeiramente, as pesquisas (Thorpe, 1990; Thorpe; Fize; Marlot, 1996) consideraram que um conceito de ritmo de disparo, baseado em média temporal, não poderia funcionar. Um argumento é que os tempos de reação em experimentos comportamentais costumam ser muito curtos para permitir longas médias temporais (Thorpe, 1990). Nesse sentido, apesar que os humanos podem reconhecer e responder às cenas visuais em menos de 400 ms (Thorpe; Fize; Marlot, 1996), o reconhecimento e a reação envolvem várias etapas de processamento, desde a entrada da retina até o movimento do dedo na saída, desse modo, se a cada etapa do processamento, os neurônios tivessem que esperar e realizar uma média temporal para ler a mensagem dos neurônios pré-sinápticos, o tempo de reação seria muito maior (Thorpe; Fize; Marlot, 1996). Desse modo, a relação hipotética entre o estímulo e as respostas neuronais individuais ou do conjunto e a relação entre a atividade elétrica dos neurônios do conjunto (Brown; Kass; Mitra, 2004) é de grande importância. Para isso, um problema que pode ser inicialmente interpelado é a questão do “Reconhecimento de Padrões” muito bem exposto por Kenneth Johnson (2000).

### 3.1 O PROBLEMA DO RECONHECIMENTO DE PADRÕES

O problema do reconhecimento de padrões pelo cérebro pode ser ilustrativo acerca da natureza da relação entre a codificação neural e as representações. O reconhecimento de padrões é o reconhecimento de ocorrências repetidas do mesmo estímulo ou de estímulos semelhantes como o caso mais elementar de codificação neural que pode ser investigado se comparado às formas mais complexas de codificação neural além do sistema sensorial (Guo *et al.*, 2021).

Neste artigo (Pitts; Mcculloch, 1947), os autores evidenciaram que o desempenho de reconhecimento de padrões do tipo que é considerado certo para os indivíduos é virtualmente impossível quando baseado em representações isomórficas (por exemplo, aquelas fotográficas) concernentes às diferenças simples que não são foco de atenção em relação ao tamanho, a localização, a orientação e assim por diante, pois elas criam uma incompatibilidade entre uma nova visualização e uma visualização armazenada de um objeto hipotético tão grande quase como que se a nova visualização fosse de um objeto completamente diferente (Brown; Kass; Mitra, 2004).

Inicialmente, Pitts e Mcculloch (1947) argumentaram que o cérebro transforma a representação isomórfica inicial de um objeto em uma nova representação inserida em uma forma distinta, nas quais, as propriedades invariantes do objeto como forma, estrutura e composição são separadas das propriedades que podem variar de uma exposição para a próxima exposição. Logo, a solução então seria transformar a representação de cada novo objeto encontrado, armazená-lo na memória e compará-lo com as representações transformadas dos objetos armazenados anteriormente (Johnson, 2000; Brown; Kass; Mitra, 2004).

### 3.2 DA NEUROFISIOLOGIA PARA A PSICOFÍSICA

Uma hipótese alternativa é investigar a relação causal entre um estímulo S e a atividade neural N como um meio de lançar alguma luz sobre o problema de como um estímulo S gera um comportamento B. Isso quer dizer que a investigação passa por dois pontos: 1) a relação entre a atividade

de neuronal e o estímulo que a evocou; 2) e a relação entre a percepção e a atividade neural, ou seja, como a informação é codificada neuralmente (Johnson, 2000).

Mountcastle, Steinmetz e Romo (1990) e Romo *et al.* (2000) tentaram confirmar uma hipótese sobre a codificação neural. Detalhadamente, a hipótese tem como base elementar duas interrogações: 1) que aspecto da atividade neural sinaliza a informação na qual o comportamento se baseia e; 2) um modelo de mecanismo que atua sobre as informações, baseado na codificação neural, para produzir o comportamento observado (Johnson; Hsiao; Yoshioka, 2002). Assim, os estudos que procuram demonstrar uma relação entre uma hipótese de codificação neural e o comportamento psicofísico podem dar uma ideia de conceito de codificação primária.

Para Vernon Mountcastle (1975), o objetivo foi identificar as informações neurais utilizadas para a detecção, discriminação e dimensionamento de estímulos vibratórios aplicados à mão. Deixando de lado as questões de especificidade dos mecanorreceptores (Corpúsculos de Meissner e de Pacini), é melhor considerar a discriminação das variações de frequência e a amplitude da periodicidade de disparo sobre os aferentes específicos. A questão relevante é que o estudo parece concluir que a discriminação das frequências vibratórias dependa da periodicidade de disparo dentro do córtex somatossensorial primário seguido dos Aferentes de Meissner (Mountcastle, 1975). Os neurônios parecem se adaptar rapidamente e responderem ao estímulo vibratório descarregando periodicamente e não com base em codificação rítmica. Assim, a informação sobre a frequência de vibração é discriminada antes pela periodicidade dos disparos que pelo ritmo dos disparos que não são afetados pela frequência dos estímulos (Mountcastle, 1975).

As pesquisas de microestimulação para evocar atividade neural, no início dos anos 2000 (Romo *et al.*, 2000; Talwar *et al.*, 2002) e que continuam a se desenvolver (Burton *et al.*, 2021) permitiram selecionar as codificações alvo mediante a alteração do estímulo. Romo *et al.* (2000) concentraram-se em tarefas de discriminação tátil e nas respostas evocadas no córtex somatossensorial. O córtex somatossensorial é um subconjunto do sistema nervoso sensorial que tem duas subdivisões, uma para a detecção de informações mecanossensoriais relacionadas ao toque, e a outra para a detecção nociceptiva

de dor e temperatura. Neste caso, a referência é ao córtex somatossensorial primário, que corresponde a área 3B da classificação de Brodmann, e é localizado no giro pós-central, também denominado S1. As principais funções do sistema somatossensorial são a percepção de estímulos externos, a percepção de estímulos internos e a regulação da posição e equilíbrio do corpo, a chamada propriocepção (Purves *et al.*, 2004). Os participantes tinham que discriminar a frequência dos estímulos, periódicos e não-periódicos (variações de intervalo na exibição entre regulares e aleatórios), emitidos em sequência cujo sinais variam em frequência entre 6 e 44 Hz. Os pesquisadores tentaram parear o estímulo mecânico e elétrico para tentar descobrir se os dois pulsos têm a mesma periodicidade. O resultado foi que o comportamento de discriminação foi indistinguível dos testes envolvendo estímulo mecânico mostrando que essas respostas neurais são envolvidas em discriminação de frequências vibratórias (Romo *et al.*, 2000). Em outras palavras, isso parece significar que a atividade neural, na qual o comportamento de discriminação foi baseado, neste caso, o código neural, foi replicado pela estimulação elétrica.

Ao substituir a estimulação mecânica por elétrica, o resultado foi que, dado que o comportamento foi indistinguível, então as respostas neuronais parecem suscetíveis à discriminação de frequência vibratória, pois, ao variar a frequência do segundo estímulo (mais de 20 Hz que o primeiro), então a periodicidade na descarga neuronal parece irrelevante. Assim, os pesquisadores (Romo *et al.*, 2000) mostraram que o comportamento de discriminação do participante não foi afetado, o que mostra que a periodicidade não era necessária para a tarefa que o participante tivesse sido treinado para realizar. A possibilidade de que a intensidade percebida do estímulo pudesse ter co-variado com a frequência do estímulo e assim servir como uma pista para o comportamento foi eliminada pela variação aleatória da intensidade do segundo estímulo (Romo *et al.*, 2000) sendo um ponto a favor ao modelo de decodificação por ritmo.

### 3.3 SÍNTESE

Sobre o problema do reconhecimento da padronização, Romo *et al.* (2000) mostraram que as respostas neurais evocadas por estímulos elétricos

podem ser armazenadas na memória e posteriormente comparadas com as respostas evocadas por estímulos elétricos ou mecânicos para fazer um julgamento de frequência, considerando que o comportamento foi inalterado tanto para estímulos elétricos quanto mecânicos. Uma segunda conclusão importante é que eles mostraram que esse comportamento é baseado na estimulação de neurônios de adaptação rápida, pois quando os eletrodos foram localizados dentro de grupos de neurônios de adaptação lenta (que são conduzidos por uma classe de fibras aferentes primárias que não tem a ver com a sensação vibratória), os indivíduos detectaram os estímulos elétricos, mas o desempenho da discriminação de frequência foi aleatório, contrariamente, se a microestimulação é sobre uma coluna de neurônios de adaptação rápida, então o comportamento é gerado (Romo *et al.*, 2000).

A terceira conclusão deste modelo de pesquisa (Hernández *et al.*, 2000; Romo *et al.*, 2002) mostrou que, ao examinar a periodicidade e os ritmos de codificação de neurônios de adaptação rápida no córtex somatosensorial, enquanto o participante executava a tarefa de discriminação vibratória com estímulos periódicos, um terço dos participantes sinalizam o aumento de frequência vibratória de forma confiável por um aumento no ritmo de impulso médio (*Average over Several Neurons*) com elevação da frequência vibratória e cerca de dois terços sinalizam a frequência vibratória pela estrutura temporal de suas resposta (*temporal patterns*) (Romo *et al.*, 2002). Uma análise cuidadosa de Hernández *et al.* (2000) mostra que a média do ritmo de pulsos e a estrutura temporal em respostas neuronais únicas transmitem tanto ou mais informações do que o necessário para explicar o comportamento (Hernández *et al.*, 2000; Romo *et al.*, 2002).

Portanto, dois desafios colocados em pesquisas de codificação neural consistem em (1) entender as representações e as transformações subjacentes à percepção, isto é, entendendo como a atividade neural é evocada por estímulos sensoriais, e em (2) entender como a percepção depende dessa atividade neural. Independentemente da difícil natureza dos experimentos (por exemplo, controlar os códigos neurais relevantes através de neurotecnologias), o maior desafio é entender como a informação é codificada nos níveis mais altos de processamento de informação no cérebro necessários para a compreensão dos mecanismos neurais da cognição (Guo *et al.*, 2021).

## 4 INFORMAÇÃO E PROCESSAMENTO INFORMACIONAL

Nesta seção, o objetivo é apresentar uma abordagem de informação em sentido natural (Dretske, 1988) e como a informação é processada no cérebro (Dehaene *et al.*, 2006; Lamme; Supèr; Spekreijse, 1998) que seja compatível com as hipóteses precedentes de codificação neural. O importante é traçar um paralelo entre a codificação neural temporal e por ritmo (Johnson, 2000) com as noções de informação natural (Dretske, 1988) e processamento informacional não-computacional (Piccinini; Scarantino, 2010) e biológico (Baars, 1993; Edelman, 2003). Nesse sentido, o conceito de informação natural diz que a informação está relacionada àquilo o que os sinais naturais e os indicadores fornecem (Dretske, 2008), neste caso, a informação está contida nos sistemas que a processam, como o cérebro. Por processamento não-computacional e biológico entende-se ao modo de como a informação é codificada nos diversos níveis de processamento (Baars, 1993) e como a capacidade do cérebro processar a informação surgiu evolutivamente (Edelman, 2003).

### 4.1 A INFORMAÇÃO EM SENTIDO NATURAL

As instâncias de processamento de informação podem diferir entre tipo de informação e tipo de processamento envolvidos, ainda que, aqui a referência é ao processamento natural de informação e a sua não-correspondência forçosa às noções de computação digital e genérica (Piccinini; Scarantino, 2010). No sentido mais amplo, a produção de informação depende da redução da incerteza (Piccinini; Scarantino, 2010, 2011). Por sua vez, já a incerteza pode ser abordada como uma propriedade dependente da mente (por exemplo, sobre as crenças de resultados futuros) ou como uma propriedade independente da mente (por exemplo, a incerteza quanto ao comportamento de um fenômeno físico em relação ao tempo). Qualquer que seja o caso da noção de incerteza, é possível pensar em sinais, tal como a fumaça da floresta, as pegadas na areia, as vocalizações dos animais não-humanos, os sinais da linguagem, enquanto informação capaz de reduzir a incerteza, dentre as quais, a Teoria Matemática da Comunicação (MTC) de Shannon e Weaver (1964) inicialmente preconizaram.

O que despertou o interesse de Dretske (1988, 2008) na MTC de Shannon e Weaver (1964) foi principalmente o fato deles tratarem a informação como objetiva e física. Isso está na fundamentação do Processamento Natural de Informação (PNI). Para o PNI, a informação é algo estritamente relacionado ao que os sinais naturais e os indicadores fornecem (Dretske, 2008), portanto, ela depende de critérios probabilísticos e de regularidades nômicas (Piccinini; Scarantino, 2010). Dretske (1988) alargou o debate envolvendo outros tópicos, sobretudo, com o intuito de usar o conceito de informação para a naturalização do conteúdo intencional e dos aspectos semânticos da comunicação. Ao mesmo tempo, Dretske (1988), introduz o conceito de representação que possui natureza intencional e propriedades funcionais adicionando outros *constraints* para entender o conceito de informação como facilitador da transmissão de informação natural com conteúdo semântico (Gonzalez; Nascimento; Haselager, 2004).

Ao considerar os aspectos semânticos da informação, Dretske (2008) sugere que a informação é uma *commodity* objetiva, capaz de produzir conhecimento e que, se o conhecimento implica verdade, informação é sempre verdadeira. Esse é um ponto fulcral do argumento, pois o que importa aqui é que, ao mesmo tempo, a informação é considerada natural. Isso quer dizer que as relações informacionais se tornam cognitivas quando são usadas/processadas por organismos/sistemas por meio de representações. Uma representação, na filosofia de Dretske (1988), é uma estrutura física que co-varia com algum aspecto do ambiente que circunda o organismo/sistema. No organismo/sistema, a representação desempenha função de guia do comportamento de modo a propiciar uma ação adaptativa. As representações também possuem conteúdo que pode estar sujeito à correção, caso falso (*misrepresentation*), demandando recurso ao papel funcional para explicar o que está acontecendo com o organismo ou o ambiente naquele momento. A habilidade de explorar o ambiente, recebendo sinais do ambiente e do corpo, garante a capacidade de manipular a informação disponível no meio, corrigir as falsas representações, em vista de vantagens evolutivas (Dretske, 1988). Desse modo, a informação é algo estritamente relacionado àquilo o que os sinais naturais e os indicadores fornecem

(Dretske, 2008), portanto, ela depende de critérios probabilísticos e de regularidades nômicas (Piccinini; Scarantino, 2010).

Sem embargo, as regularidades nômicas são um critério limitado, visto não explicarem a ocorrência natural de *misinformation*, visto não haver uma lei natural que garanta que apenas as informações verdadeiras existam (Millikan, 2001). Para tentar corrigir este problema, Dretske (2008) considera as propriedades funcionais da representação propondo que ela possa ter uma relação causal com a ação que a requereu e que o conteúdo representacional seja independente do seu veículo. A segunda estratégia é identificar a conexão física entre os sinais informativos e os estados de coisas sobre os quais eles tratam com uma conexão contrafactual (Cohen; Meskin, 2006). Sob essa visão, o que é necessário para que a fumaça carregue as informações sobre o fogo e não sobre não-fogo é a constatação de que se o fogo não tivesse ocorrido, a fumaça não teria ocorrido (Cohen; Meskin, 2006).

## **4.2 COMPUTAÇÃO DIGITAL E GENÉRICA**

Os autores Piccinini e Scarantino (2010) oferecem uma definição do termo computação bem abrangente ao sugerir dois critérios relevantes para o debate: 1) uma noção de computação que inclua os muitos procedimentos considerados computacionais; 2) uma noção de veículo de computação que requeira (ou não) o processamento de propriedades semânticas. O primeiro caso considerado é sobre a noção de Computação Digital (CD). A CD não exige que os veículos de computação ofereçam suporte para a informação, ou seja, que eles transmitam a informação natural sobre o ambiente em que eles estejam inseridos, pois isso vai depender da noção de computação envolvida. Considerando que um tipo de CD é determinístico, em outras palavras, que uma computação determinística irá prever uma correlação nômica entre os estados funcionais iniciais e finais do sistema, no sentido que, os estados computacionais iniciais devem causar os estados computacionais finais, então, neste sentido, a CD pode implicar PNI, ao passo que, se considerar CD como PNI, então a PNI não será sobre o ambiente externo do organismo. Desse modo, o argumento é que CD não

necessariamente é PNI, mas depende do tipo de computação digital usada (Piccinini; Scarantino, 2011).

Se para a informação natural for fácil achar as subscrições nomicamente entre as variáveis físicas, então seria de esperar que os dígitos (os veículos da computação digital), numa computação digital poderiam transmitir a informação natural sobre as fontes, como os estímulos ambientais e responder apropriadamente ao ambiente (Piccinini, 2007). Além disso, os dígitos poderiam carregar informação natural sobre as fontes cognitivamente interessantes, no entanto, é patente salientar que há um forte limitador, pois a CD não gera processamento de informação natural (Piccinini, 2007). Assim sendo, ao que parece, transmitir informação natural sobre o sistema e o ambiente do sistema é diferente que gerar informação natural através de transformações (Piccinini, 2007). Em síntese, apesar que os dígitos não necessariamente precisam estar nomicamente correlacionados com algo no ambiente do sistema para uma computação digital, isso não é o mesmo que gerar informação natural (Piccinini, 2007).

Inversamente, se o PIN pode ser realizado por CD, vai depender se a informação natural é codificada digitalmente e como ela é processada (Piccinini; Scarantino, 2011). A informação natural pode ser codificada por variáveis contínuas, que não são os veículos da CD, mas se for codificado por dígitos, então o processamento de tais dígitos pode consistir em algo diferente da CD, por exemplo, como na conversão de sinais digitais em analógicos. Em ambos os casos, as informações não naturais são processadas, mas não por meio de computação digital (Piccinini; Scarantino, 2011). Portanto, primeiro, os veículos de computação digital não precisam transportar informações naturais e, segundo, o processamento de informações naturais não precisa ser realizado por computação digital.

Por fim, a Computação Genérica (CG) inclui a computação analógica (CA), a CD e a computação neural (CN). Além disso, é preciso salientar que a CG é uma computação funcional, isto é, uma manipulação funcional de qualquer veículo independente do meio (Piccinini; Scarantino, 2010). Novamente, PIN pode (ou não) ser um caso de CG, mas não o oposto, pois PIN pode ser uma forma de CG, ao passo que, CG é uma categoria muito maior. Apesar disso, é estabelecido para outros tipos de

CG que nada nas noções CA e CD exige que os veículos sendo manipulados carreguem as informações naturais necessariamente. De modo mais geral, nada na noção de manipulação de veículos independentes de meio determina que tais veículos carreguem as informações naturais (Piccinini; Scarantino, 2010).

#### **4.3 PROCESSAMENTO INFORMACIONAL, COGNIÇÃO E CONSCIÊNCIA**

Em caracterização geral, o processamento informacional em vários níveis é relacionado com a habilidade que ele performa, pois é difícil conceber a informação e os níveis de processamento informacional entendendo-os isoladamente quanto às habilidades que eles dão suporte. Neste caso, se pode pensar em funções cognitivas como a memória de trabalho ou a atenção seletiva e até a consciência. Os Modelos Cognitivistas (MCs) da cognição e da consciência dão ênfase sobre como a informação é processada no cérebro considerando os tipos de processamento de acordo com os seus níveis (Van Gulick, 2014). Os níveis são caracterizados pelos detalhes organizacionais das redes de neurónios que possibilitam o processamento. Assim, os MCs se concentram sobre os tipos de processamento de informação como os modos serial e paralelo, o processamento que ocorre em módulos individuais, módulos múltiplos e, por fim, em supramódulos. Esses supramódulos são as redes globais e as cartografias de redes que são constituídas ao longo do desenvolvimento do organismo através de relações embrionárias que baseiam a competição e a colaboração entre os sinais trocados entre as redes. A formação das redes cerebrais, segundo os MCs, pode ser fundamental para explicar problemas filosóficos como a relação entre o acesso e a consciência fenomenal (Edelman, 2003; McGovern; Baars, 2007). Essa proposta é defendida por Bernard Baars (Baars, 1993; McGovern; Baars, 2007; Baars; Geld; Kozma, 2021) em uma versão mais funcionalista chamada de Espaço de Trabalho Global (GWM) e por Stanislas Dehaene e colegas (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998; Dehaene *et al.*, 2006; Mashour *et al.*, 2020) em um contraponto neural, denominado de Espaço de Trabalho Neural (GNWM).

#### **4.3.1 MODELO DO ESPAÇO [NEURAL] DE TRABALHO GLOBAL (GNW)**

De modo geral, a hipótese do GNW baseia-se em três princípios: o processamento informacional modular, o processamento em rede e o processamento global (Baars, 1991, 1993; Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998; Mashour *et al.*, 2020) para explicar o processamento subliminal sem e com atenção, a pré-consciência e a consciência (Dehaene *et al.*, 2006). O argumento é que estes três princípios são compatíveis com a dissociação singular entre a atenção e a consciência e as experiências observacionais corroboram tal argumento (Dehaene; Changeux, 2005).

O processamento modular da informação (PMI) pode ser unimodal ou multimodal, serial ou paralelo, mas sobretudo, é não-consciente. Inicialmente, a informação é processada em módulos especializados e encapsulados de acordo com a sua origem sensorial (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998). Como um sistema de resposta comportamental, este sistema é instrumental, preocupado com a forma como o organismo deve interagir fisicamente com o mundo e realizar objetivos instrumentais, por exemplo, os drivers reguladores e as respostas de luta/fuga/congelamento (Morsella, 2005). Funcionalmente, é preciso lembrar que esse PIM é serial, hierárquico, não-consciente e não-controlado (Dehaene *et al.*, 2006). Adicionalmente, o processamento passa a ser multimodal interagindo com muitos módulos de processamento (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998). Se a informação é visual, então os sistemas integram as saídas informacionais de vários módulos especializados que são processados paralelamente, contudo, este processamento é subliminal e inatencional (Dehaene *et al.*, 2006). Novamente, se pensar em um sistema de resposta comportamental, então o sistema músculo-esquelético é um exemplo. Contudo, esses sistemas instrumentais competem entre si e podem entrar em conflito (Morsella, 2005). Devido a isso, a Teoria da Interação Supramodular (TIS) de Morsella (2005) ainda postula um nível adicional chamado de supramodular.

O Processamento Informacional em Rede (PIR) demanda de três condições: 1) os modelos que demandam PIR se baseiam em modos de teias que são formadas por nexos cluster/hubs em larga escala; 2) o PIR pressupõe o processamento modular; 3) é preciso ter em mente que as de-

finições conceituais de redes são na verdade descrições funcionais de atividades que se presume ocorrerem no cérebro. Este ponto é importante, pois ele entra em jogo para explicar a consciência como “padrões de atividade de todo o sistema” que seja biológico e, com isso, neural. A condição (1) é explicada pelo Modelo Holomônico de Pribam (MHP) que demonstra a formação de assembleias de neurônios integrando as redes que distribuem a informação no cérebro entre as redes ativas. A condição (2) é descrita pelo Modelo Neurodinâmico de Freeman (MNF) que demonstra como os estados neurodinâmicos formam os padrões de atividade resultando numa modulação de amplitude global (Global Amplitude Modulation-GAM). A condição (3) é evidenciada pelo PIR que define as múltiplas redes interconectadas influenciando-se mutuamente e trocando sinais entre si com mecanismos reentrantes (Edleman, 2003). Atualmente, as pesquisas concentram-se sobre as redes cerebrais de larga-escala (condição 3) que dão suporte aos processos cognitivos (Mashour; Hudetz, 2018).

O Processamento Informacional Globalmente distribuído (PIG) possibilita um sistema ser capaz de coordenar e controlar os seus processos internos mediante o uso de funções executivas como a memória de trabalho, a atenção seletiva *top-down*, o raciocínio, o planejamento e outras funções para a tomada de decisão que resultam em uma ação adaptativa (Baars, 1993). Para isso, é preciso entender que o processamento informacional é modular (inicialmente é serial, mas depois é paralelo) e supramodular (Baars, 1993). O processamento é em paralelo e distribuído, heterogêneo e multimodal, como no caso das áreas de associação que alimentam o espaço de trabalho global com as informações de origem dos variados sistemas de percepção (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998; Dehaene *et al.*, 2006). Entretanto, depois da integração global, ele é serial quando o mecanismo atencional *top-down* focaliza retroalimentando o input sensorial relevante na rede (Dehanene; Changeux; Naccache, 2011). Em grande medida, o processamento informacional multimodal é automático e não-consciente com relação às saídas dos módulos e supramódulos (Baars, 1993). A informação pode ser integrada como o resultado da interação entre as redes de larga escala (*Default Network Mode*-DNM) (Andrews-Hanna *et al.*, 2010) e de atenção (*Dorsal Attention Network*-DAN) (Dixon *et al.*, 2017) para que o sinal output da competição/colaboração (Baars, 1993; Edelman,

2003) entre os processadores acesse a rede global para que possa ser distribuído por todo o sistema (Dehaene *et al.*, 2006). Logo, o resultado final integrado, por meio de um espaço de trabalho global é serial, disponível a todo o sistema e internamente consistente por meio da atenção focal que faz a ignição do sistema (Dehaene *et al.*, 2011).

Em síntese, para a GNW (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998; Mashour *et al.*, 2020), a consciência, tanto no sentido de acesso quanto no sentido fenomenal, ocorre quando e somente quando o conteúdo relevante entra na rede global mais ampla envolvendo o processamento informacional que ocorre nas áreas sensoriais primárias, mas, acima destas, nas áreas frontais e parietais associadas à atenção. Neste caso, as funções cognitivas de alto-nível, como a atenção *top-down* e a consciência, requerem níveis de codificação, tanto neural quanto informacional, subsequentes que sustentam a geração de representações de alta-ordem (HORs) (Lau; Rosenthal, 2011) sobre as codificações neurais e informacionais primárias e iniciais que dão suporte para as representações de primeira-ordem (FORs) (Block, 1995). Em termos neurais, o córtex pré-frontal e parietal tornam conscientes as informações sensoriais representadas no córtex visual secundário (Dehaene; Kerszberg; Changeux, 1998) e, além disso, o tipo de processamento informacional que dá apoio à transmissão global envolve múltiplos módulos de processamento, módulos heterogêneos e múltiplos em extensa conexão. Assim, o processamento informacional supramodular (Morsella, 2005) é uma função importante associada à consciência de acordo com a hipótese GNW (Mashour *et al.*, 2020).

## **5 ASPECTOS E CONTEXTOS DO CONCEITO DE REPRESENTAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA**

As pesquisas em neurociência sobre a codificação neural e o processamento informacional em redes se depara com o desafio epistemológico de preencher as lacunas entre o ambiente externo (mundo), a atividade elétrica interna do cérebro (cérebro) e o funcionamento do comportamento, da cognição e da consciência (representação). A palavra “representação” pode ser usada em diferentes contextos em neurociência para conectar estes processos. Em outras palavras, há o desafio de explicar como, por

exemplo, a atividade neural no córtex visual pode representar um rosto de um familiar ou como os neurônios nos centros de memória do cérebro podem representar uma memória de infância. Desse modo, o objetivo da atual seção é mostrar que o discurso científico recente apontou desafios na forma como os termos “representação” e “código” são comumente usados na neurociência.

## **5.1 ASPECTOS DO CONCEITO DE REPRESENTAÇÃO**

Em neurociência, três aspectos experimentais são centrais: (1) correlacional; (2) causal; (3) e teleológico (Baker; Lansdell; Kording, 2022). Para o aspecto correlacional (1), um estado neural se correlaciona com um evento ou característica do ambiente (Baker; Lansdell; Kording, 2022). Por exemplo, um pesquisador pode descobrir que um grupo de neurônios dispara sempre que um rato vê um predador. Como esse estado neural específico está correlacionado com a visão do predador, o pesquisador pode inferir que o estado neural representa o predador. Em geral, este aspecto diz, que se alguma atividade neural *N* representa algum evento ou característica do mundo *F*, então deve-se ser capaz de encontrar evidências de uma correlação entre *N* e *F* (Baker; Lansdell; Kording, 2022). A noção de que a atividade cerebral deve, de alguma forma, refletir as coisas representadas é bem explorada na neurociência e pode ser chamada de foco predominante. A maioria dos experimentos de neurociências sistêmicas correlacionam a atividade neural com características do ambiente de um animal (por exemplo, estímulos ou movimentos) e tiram conclusões gerais dessas descobertas (Baker; Lansdell; Kording, 2022)<sup>8</sup>.

O aspecto causal (2) concerne sobre como a atividade neural causa o comportamento relacionado a um determinado evento ou característica do ambiente (Baker; Lansdell; Kording, 2022)<sup>9</sup>. Quando os pesquisadores

---

<sup>8</sup> Não obstante, há críticas de que a noção de representação não pode ser implicada da correlação, pois a correlação pode ocorrer entre o dado neural e toda a sorte de eventos que não são a representação de algo, assim, a correlação é fraca demais para implicar um mecanismo que represente algo (Hájek, 2007).

<sup>9</sup> Um segundo contexto comum para pensar sobre representações é relacionar a atividade neural a comportamentos baseados em observações de certos tipos de comportamento animal. Esta definição sugere que um animal utiliza representações na produção de comportamento adaptativo, apoiando a ideia de que o comportamento de um animal pode nos dizer algo sobre coisas representadas em partes do cérebro do animal. Especificamente, uma vez que se presume que as representações servem a comportamentos flexíveis

usam o termo nesse sentido, eles querem dizer que a atividade neural relacionada a algum evento ou característica causa o comportamento relacionado a esse evento ou característica (Laplane *et al.*, 2019). Por exemplo, a representação de um predador pode ser oferecida como parte de uma explicação causal do voo de um animal. Geralmente, este aspecto diz que, se a atividade neural N é uma representação de F, então a correlação de N com F está causalmente envolvida em algum comportamento relacionado a F. Este segundo aspecto pode ser especificado mais detalhadamente. Dizer que a atividade neural N representa uma característica F implica um efeito no comportamento relacionado a F determinado pelos mecanismos cerebrais que fazem uso de N como uma representação de F. A descrição funcional de N como parte de tal mecanismo deve apoiar previsões sobre como o bloqueio experimental ou induzir a representação que deve afetar o comportamento. Isto torna N explicativamente relevante de uma forma que outras atividades que se correlacionam com F não o são (Baker; Lansdell; Kording, 2022)<sup>10</sup>. Assim, essa perspectiva parte de uma relação estatística entre a atividade neural e o ambiente para inferir a relação entre uma representação e o dado representado. Por exemplo, algumas técnicas experimentais modernas, como a optogenética, (Deisseroth *et al.*, 2006) permitem a estimulação precisa de populações específicas de neurônios, tornando mais fácil para os cientistas provarem as ligações causais entre a atividade neural e o comportamento (Baker; Lansdell; Kording, 2022).

O terceiro aspecto da representação (3) adiciona um componente teleológico, que enfatiza o propósito de uma ação e não tanto a sua causa (Baker; Lansdell; Kording, 2022). Nesse uso, há uma razão pela qual o estado neural e seu comportamento correspondente se correlacionam com um evento ou recurso (Baker; Lansdell; Kording, 2022). Voltando ao exemplo do rato, a atividade neural que representa ver um predador e fazer com que o rato fuja existe para que o rato sobreviva. Em geral, a teleologia permite que uma representação de F oriente comportamento de um

---

e temporalmente estendidos, o comportamento que não é uma resposta imediata à estimulação parece indicativo de representação. (Baker; Lansdell; Kording, 2022).

<sup>10</sup> Um problema que pode surgir é se houverem outros padrões de fluxos causais N paralelos que são responsáveis pelo comportamento F poderiam deflacionar uma noção mais precisa de representação, pois implicaria uma quantidade surpreendente de redundância e não forneceria nenhuma relevância explicativa significativa além da correlação apenas (Egan, 2020).

organismo como se encontrasse um F presente, mesmo que não o tenha encontrado, refletindo a dimensão normativa da forma como as representações são comumente usadas nas explicações da neurociência. Neste caso, que o *telos* precisa ser especificado para que se N representa F, haja alguma base para dizer que N supostamente se correlaciona com F, estabelecendo assim a possibilidade de deturpação (Dretske, 1988; Neander, 1995). Isso significa que, supondo que se tenha identificado um padrão de atividade neural N cuja correspondência com F (Aspecto 1) desempenha um papel causal em um processo que modifica o comportamento relacionado a F (Aspecto 2), algo mais é necessário para dizer por que N representa F (por engano) quando o mecanismo falha em suportar o comportamento (Baker; Lansdell; Kording, 2022).

## **5.2 CONTEXTOS DO CONCEITO DE REPRESENTAÇÃO**

Quanto aos contextos de pesquisa, inicialmente, pode ocorrer uma correlação da atividade neural com as entradas sensoriais, medindo uma correspondência estatística entre os neurônios (ou populações deles) e as características salientes do ambiente de um animal humano ou não-humano (Baker; Lansdell; Kording, 2022). É mais fácil quantificar as correlações com os eventos do mundo que um animal humano ou não-humano está experimentando, portanto, esta abordagem à representação neural é mais frequentemente associada ao trabalho nas áreas sensoriais iniciais, onde a atividade depende em grande parte apenas dos estímulos recebidos, fornecendo a conexão entre a atividade dos neurônios e os recursos no mundo. Em suma, são correlacionadas duas variáveis, sendo uma delas um dado comportamental e outra um dado neural (Decharms; Zador, 2000).

Não obstante, se um animal não-humano possuir uma representação de um predador que não esteja ao alcance dos sistemas sensoriais, ele pode usar essa representação para fazer previsões sobre a localização futura do predador e agir de acordo (Baker; Lansdell; Kording, 2022). Neste sentido, os pesquisadores estão mais propensos a pensar em comportamentos não-reflexivos, pois é assumido que a representação está presente no processo decisório (Mirski; Bickhard, 2019). Um importante detalhe é que os pro-

cessos neurais e cognitivos, neste contexto, não estão nas áreas sensoriais iniciais com a atividade fortemente ligada aos estímulos recebidos presentemente. Esse é um caso distinto do anterior, na qual, o código neural de um rato que representa ver um predador, significa que esse código neural pode causar uma ação como esconder-se ou fugir. Por um lado, se algumas tarefas comportamentais demandam somente as representações de primeira-ordem (Block, 1995) e a codificação neural em áreas sensoriais (Lamme, 2004), por outro lado, o sistema nervoso de um animal não-humano e humano pode requerer as representações de alta-ordem (Lau; Rosenthal, 2011) e codificação neural dinâmica (por ritmo e temporal, populacional e esparsa) (Cariani; Baker, 2022), bem como, cognição e consciência (Mashour *et al.*, 2020). Logo, é no contexto de tais observações que muitas hipóteses neurocientíficas são formadas sobre o que o cérebro de um animal humano e não-humano pode representar (Krakauer *et al.*, 2017).

Por fim, um terceiro contexto em que os neurocientistas usam frequentemente a ideia de representação é ao falar sobre os diferentes tipos de algoritmos que podem apoiar as capacidades gerais nas quais os neurocientistas de sistemas estão interessados, como a tomada de decisão, a memória e o raciocínio abstrato (Piccinini, 2008). O conteúdo das representações num tal algoritmo pode parecer não ter nada a ver diretamente com o ambiente ou com o comportamento, mas principalmente com os estados internos do próprio sistema à medida que o seu algoritmo se desenrola ao longo do tempo. De modo mais geral, os neurocientistas que pensam sobre como um cérebro (ou algumas de suas partes) pode resolver um determinado problema muitas vezes baseiam-se, de forma importante, em uma noção de representação que não está associada à atividade sensorial, nem a qualquer resposta comportamental específica a parte do mundo além do acesso sensorial imediato (Pitt, 2020).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A referência ao problema de como relacionar o mundo-cérebro com as representações internas do organismo depende de averiguar quais são as características da relação mundo-cérebro que tornam possível produzir

as características da representação. Com base nas definições precedentes de codificação neural, processamento informacional e representações mentais, a identificação de tal representação na atividade neural e informacional partiu da correlação da atividade neural, incluindo a codificação neural e o processamento informacional com o comportamento representacional aos níveis *bottom-up* e *top-down*. Isso implica dizer que a representação tem uma natureza neural e informacional e um papel causal, isto é, a representação pode desempenhar funções no organismo como na percepção do mundo ou na ação no mundo. Para compreender a relação entre o dado físico, neste caso, neural e informacional, e as representações internas é depende de estabelecer uma relação estatisticamente significativa entre a dinâmica das representações internas e a temporalidade da codificação neural e do processamento informacional (Northoff, 2023).

Pode-se, portanto, de um lado, dizer que a dinâmica têmporo-espaial fornece uma característica compartilhada de códigos neuronais e processamentos informacionais para as representações que permite atribuir as características representacionais aos estímulos externos de fora do cérebro, ou seja, no corpo e no mundo (Northoff, 2023). Por outro lado, restaria admitir ou uma perspectiva realista teórica de que o problema é insolúvel cientificamente (Chalmers, 1996) ou que esse processo de “transformação neuromental” permanecerá ilusório (Frankish, 2016; Kammerer, 2021).

## REFERÊNCIAS

- ANDREWS-HANNA, J. R.; REIDLER, J. S.; HUANG, C.; BUCKNER R. L. Evidence for the default network's role in spontaneous cognition. *Journal of neurophysiology*, Washington, v. 104, n. 1, p. 322-335, July 2010. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00830.2009>. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00830.2009>. Acesso em: 7 jul. 2025.
- BAARS, B. A. *Cognitive theory of consciousness*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1993. Parte II, p. 71-134; Parte V, p. 299-344; Parte VI, p. 345-356.
- BAARS, B. J.; GELD, N.; KOZMA, R. Global Workspace Theory (GWT) and prefrontal cortex: recent developments. *Frontiers in psychology*, Zurique, v. 12, n. 749868, p. 1-6, Nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.749868>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.749868/full>. Acesso em: 28 nov. 2024.

BAILEY, C. H.; KANDEL, E. R. Synaptic remodeling, synaptic growth and the storage of long-term memory in *Aplysia*. In: SOSSIN, W. S.; LACAILLE, J. C.; CASTELLUCCI, V. F.; BELLEVILLE, S. (ed.). *Essence of memory*. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 179-198. (Progress in brain research, 169). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00010-6).

BAKER, B.; LANSDELL, B.; KORDING, K. P. Three aspects of representation in neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, Cambridge, v. 26, n. 11, p. 942-958, Nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.08.014>. Disponível em: [https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613\(22\)00210-8](https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613(22)00210-8). Acesso em: 7 jul. 2025.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BLOCK, N. On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and brain sciences*, Cambridge, v. 18, n. 2, p. 227-247, June 1995. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0140525X00038188>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/on-a-confusion-about-a-function-of-consciousness/061422BF0C50C5FF00927F9B6E879413>. Acesso em: 7 jul. 2025.

BROWN, E. N.; KASS, R. E.; MITRA, P. P. Multiple neural spike train data analysis: state-of-the-art and future challenges. *Nature neuroscience*, Londres, v. 7, n. 5, p. 456-461, Apr. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1038/nn1228>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nn1228>. Acesso em: 7 jul. 2025.

BROWN, R.; LAU, H.; LEDOUX, J. E. Understanding the higher-order approach to consciousness. *Trends in cognitive sciences*, Cambridge, v. 23, n. 9, p. 754-768, Sept. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.06.009>. Disponível em: [https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613\(19\)30161-5](https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613(19)30161-5). Acesso em: 7 jul. 2025.

BURTON, A.; WON, S. M.; SOHRABI, A. K.; STUART, T.; AMIRHOSSEIN, A.; KIM, J. U.; PARK, Y.; GABROS, A.; ROGERS, J. A.; VITALE, F.; RICHARDSON, A. G.; GUTRUE, P. Wireless, battery-free, and fully implantable electrical neurostimulation in freely moving rodents. *Microsystems and nanoengineering*, London, v. 7, n. 62, p. 1-12, Aug. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41378-021-00294-7>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41378-021-00294-7>. Acesso em: 7 jul. 2025.

CARIANI, P.; BAKER, J. M. Time is of the essence: neural codes, synchronies, oscillations, architectures. *Frontiers in computational neuroscience*, Lausanne, v. 16, n. 898829, p. 1-36, June 2022.

CHALMERS, D. *Conscious mind: in search of a fundamental theory*. New York: Oxford University Press, 1996.

CHURCHLAND, P. S.; SEJNOWSKI, T. Neural representation and neural computation. *Philosophical perspectives*, Hoboken, v. 4, p. 343-382, Jan. 1990.

- CHURCHLAND, P. S.; SEJNOWSKI, T. Neuroscience Overview. In: CHURCHLAND, P. S.; SEJNOWSKI, T. *The computational brain*. 4th ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p. 14-51.
- CHURCHLAND, P. S. Soul searching. In: CHURCHLAND, P. S. *Touching a nerve: the self as brain*. New York: W. W. Norton & Company, 2013. p. 33-63.
- COHEN, J.; MESKIN, A. An objective counterfactual theory of information. *Australasian journal of philosophy*, [s.l.], v. 84, n. 3, p. 333-352, Sept. 2006.
- DAMASIO, A. R. *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Peguin Books, 1994.
- DECHARMS, R. C.; ZADOR, A. Neural representation and the cortical code. *Annual reviews of neuroscience*, Palo Alto, v. 23, p. 613-647, Mar. 2000.
- DEHAENE, S.; KERSZBERG, M.; CHANGEUX, J. P. A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Washington, v. 95, n. 24, p. 14529-14534, Nov. 1998.
- DEHAENE, S.; NACCACHE, L. Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, Amsterdam, v. 79, n. 1-2, p. 1-37, Apr. 2001.
- DEHAENE, S.; CHANGEUX, J. P. Ongoing spontaneous activity controls access to consciousness: a neuronal model for inattentional blindness. *PLoS Biology*, San Francisco, v. 3, n. 5, p. 910-927, May 2005.
- DEHAENE, S.; CHANGEUX, J. P.; NACCACHE, L.; SACKUR, J.; SERGENT, C. Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends in cognitive sciences*, Cambridge, v. 10, n. 5, p. 204-211, May 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.03.007>. Disponível em: [https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613\(06\)00079-9](https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613(06)00079-9). Acesso em: 7 jul. 2025.
- DEHAENE, S.; CHANGEUX, J. P.; NACCACHE, L. The global neuronal workspace model of conscious access: from neuronal architectures to clinical applications. In: DEHAENE, S.; CHRISTEN, Y. (ed.). *Characterizing consciousness: from cognition to the clinic?*. Berlin: Springer, 2011. cap. 3. p. 55-84.
- DEISSEROTH, K.; FENG, G.; MAJEWSKA, A. K.; MIESENBOCK, G.; TING, A.; SCHNITZER, M. J. Next-generation optical technologies for illuminating genetically targeted brain circuits. *Journal of neuroscience*, [s.l.], v. 26, n. 41, p. 10380-10386, Oct. 2006.
- DIXON, M. L.; ANDREWS-HANNA, J. R.; SPRENG, R. N.; IRVING, Z. C.; MILLS, C.; GIRN, M.; CHRISTOFF, K. Interactions between the default network and dorsal attention network vary across default subsystems, time, and cognitive states. *Neuroimage*, Amsterdam, v. 147, p. 632-649, Feb. 2017.
- DRETSKE, F. *Explaining behavior*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

- DRETSKE, F. Epistemology and information. In: ADRIAANS, P.; VAN BENTHEM, J. (ed.). *Philosophy of information*. Amsterdam: North Holland, 2008. Parte B, p. 29-47.
- EDELMAN, G. Naturalizing consciousness: a theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Washington, v. 100, n. 9, p. 5520–5524, Apr. 2003.
- EGAN, F. A Deflationary account of mental representation. In: SMORTCHKOVA, J.; DOLEGA, K.; SCHLICHT, T. (ed.). *What are mental representations?* New York: Oxford University Press, 2020. p. 26-53.
- FRANKISH, K. Illusionism as a theory of consciousness. *Journal of consciousness studies*, Londres, v. 23, n. 11-12, p. 11-39, Jan. 2016.
- FUSTER, J. M. *Cortex and mind: unifying cognition*. New York: Oxford University Press, 2003.
- GERSTNER, W.; KISTLER, W. M. Introduction. In: GERSTNER, W.; KISTLER, W. M. *Spiking neuron models: single neurons, populations, plasticity*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 11-38.
- GONZALEZ, M. E. Q.; NASCIMENTO, T. C. A.; HASELAGER, W. F. G. Informação e conhecimento: notas para uma taxonomia da informação. In: FERREIRA, A.; GONZALEZ, M. E. Q.; COELHO, J. G. (ed.). *Encontro com as ciências cognitivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2004. p. 195-220. (Coleção Estudos Cognitivos, v. 4).
- GUO, W.; FOUDA, M. E.; ELTAWIL, A. M.; SALAMA, K. N. Neural coding in spiking neural networks: a comparative study for robust neuromorphic systems. *Frontiers in neuroscience*, Lausanne, v. 15, p. 1-21, Mar. 2021.
- HÁJEK, A. The reference class problem is your problem too. *Synthese*, London, v. 156, n. 3, p. 563-585, June 2007.
- HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; ROMO, R. Neuronal correlates of sensory discrimination in the somatosensory cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Washington, v. 97, n. 11. p. 6191-6196, May 2000.
- JOHNSON, K. O. Neural coding. *Neuron*, Massachusetts, v. 26, n. 3, p. 563-566, June 2000.
- JOHNSON, K. O.; HSIAO, S. S.; YOSHIOKA, T. Neural coding and the basic law of psychophysics. *The neuroscientist*, Thousand Oaks, v. 8, n. 2, p. 111-121, Apr. 2002.
- KAMMERER, F. The illusion of conscious experience. *Synthese*, London, v. 198, n. 1, p. 845-866, Jan. 2021.
- KANDEL, E. R. The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses. *Science*, Washington, v. 294, n. 5544, p. 1030-1038, Nov. 2001.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M.; SIEGELBAUM, S. A.; HUDSPETH, A. J. *Principles of neural science*. 5th ed. New York: McGraw Hill, 2013.

- KRAKAUER, J. W.; GHAZANFAR, A. A.; GOMEZ-MARIN, A.; MACIVER, M. A.; POEPPPEL, D. Neuroscience needs behavior: correcting a reductionist bias. *Neuron*, Massachusetts, v. 93, n. 3, p. 480-490, Feb. 2017.
- LAMME, V. A. F.; SUPÈR, H.; SPEKREIJSE, H. Feedforward, horizontal, and feedback processing in the visual cortex. *Current opinion in neurobiology*, Amsterdam, v. 8, n. 4, p. 529-535, Aug. 1998.
- LAMME, V. Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention; a case for phenomenal awareness. *Neural networks*, Amsterdam, v. 17, n. 5-6, p. 861-72, June/July 2004.
- LAPLANE, L.; MANTOVANI, P.; ADOLPHS, R.; CHANG, H.; MANTOVANI, A.; MCFALL-NGAI, M.; ROVELLI, C.; SOBER, E.; PRADEU, T. Why science needs philosophy. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Washington, v. 116, n. 10, p. 3948-3952, Mar. 2019.
- LAU, H. C.; ROSENTHAL, D. Empirical support for higher-order theories of conscious awareness. *Trends cognitive science*, Cambridge, v. 15, n. 8, p. 365-373, Aug. 2011.
- MASHOUR G. A.; HUDETZ, A. G. Neural correlates of unconsciousness in large-scale brain networks. *Trends in neurosciences*, Cambridge, v. 41, n. 3, p. 150-160, Mar. 2018.
- MASHOUR, G. A.; ROELFSEMA, P.; CHANGEUX, J. P.; DEHAENE, S. Conscious processing and the global neuronal workspace hypothesis. *Neuron*, Cambridge, v. 105, n. 5, p. 776-798, Mar. 2020.
- MCGOVERN, K.; BAARS, B. J. Cognitive theories of consciousness. In: ZELAZO, P. D.; MOSCOVITCH, M.; THOMPSON, E. (ed.). *The Cambridge handbook of consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 177-205.
- MILLIKAN, R. G. What has natural information to do with intentional representation? *Royal institute of philosophy supplement*, Cambridge, v. 49, p. 105-125, Mar. 2001.
- MIRSKI, R.; BICKHARD, M. H. Encodingism is not just a bad metaphor. *Behavioral and brain science*, Glendale, v. 42, n. e237, p. 1-8, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0140525X19001286>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/encodingism-is-not-just-a-bad-metaphor/C81AF06381724E0477E92B3F68B2FC46>. Acesso em: 9 dez. 2024.
- MORSELLA, E. The function of phenomenal states: supramodular interaction theory. *Psychological review*, Princeton, v. 112, n. 4, p. 1000-1021, Oct. 2005.
- MOUNTCASTLE, V. B. The view from within: pathways to the study of perception. *Johns Hopkins medical journal*, Baltimore, v. 136, n. 3, p. 109-131, Mar. 1975.

- MOUNTCASTLE, V. B.; STEINMETZ, M. A.; ROMO, R. Frequency discrimination in the sense of flutter: psychophysical measurements correlated with postcentral events in behaving monkeys. *The journal of neuroscience*, [s.l.], v. 10, n. 9, p. 3032-3044, Sept. 1990.
- NEANDER, K. Misrepresenting & malfunctioning. *Philosophical studies: an international journal for philosophy in the analytic tradition*, New York, v. 79, n. 2, p. 109-141, Aug. 1995.
- NORTHOFF, G. *Neurowaves: brain, time and consciousness*. Montreal: McGill-Queen's University Press, 2023.
- O'KEEFE, J.; RECCE, M. L. Phase relationship between hippocampal place units and the EEG theta rhythm. *Hippocampus*, New York, v. 3, n. 3, p. 317-330, July 1993.
- PICCININI, G. Computing mechanisms. *Philosophy of science*, Cambridge, v. 74, n. 4, p. 501-526, Oct. 2007.
- PICCININI, G. Computation without representation. *Philosophical studies*, Londres, v. 137, p. 205-241, Jan. 2008.
- PICCININI, G.; SCARANTINO, A. Computation vs. information processing: why their difference matters to cognitive science. *Studies in history and philosophy of science*, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 237-246, Sept. 2010.
- PICCININI, G.; SCARANTINO, A. Information processing, computation and cognition. *Journal of biological physics*, [s.l.], v. 37, n. 1, p. 1-38, Jan. 2011.
- PITT, D. Mental representation. In: ZALTA, E. N.; NODELMAN, U. (ed.). *Stanford encyclopedia of philosophy*. Stanford, CA: Metaphysics Research Lab, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/mental-representation/>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- PITTS, W.; MCCULLOCH, W. S. How we know universals; the perception of auditory and visual forms. *Bulletin of mathematical biophysics*, Toronto, v. 9, n. 3, p. 127-147, Sep. 1947.
- PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; HALL, W. C.; LAMANTIA, A.; MCNAMARA, J. O.; WILLIAMS, S. M. (ed.). *Neuroscience*. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004.
- RAICHLE, M. E.; MACLEOD, A. M.; SNYDER, A. Z.; POWERS, W. J.; GUSNARD, D. A.; SHULMAN, G. L. A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Washington, v. 98, n. 2, p. 676-682, Jan. 2001.
- RICHMOND, B. J. Information coding. In: SQUIRE, L. R. (ed.). *Encyclopedia of neuroscience*. Cambridge, MA: Academic Press, 2009. p. 137-144.
- ROMO, R.; HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; BRODY, C. D.; LEMUS, L. Sensing without touching: psychophysical performance based on cortical microstimulation. *Neuron*, Cambridge, v. 26, n. 1, p. 273-278, Apr. 2000.

- ROMO, R.; HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; LEMUS, L.; BRODY, C. D. Neuronal correlates of decision-making in secondary somatosensory cortex. *Nature Neuroscience*, London, v. 5, n. 11, p. 1217-1225, Nov. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1038/nn950>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nn950>. Acesso em: 9 dez. 2024.
- SACKUR, J.; DEHAENE, S. The cognitive architecture for chaining of two mental operations. *Cognition*, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 187-211, May 2009.
- SAWATANI, F.; IDE, K.; TAKAHASHI, S. The neural representation of time distributed across multiple brain regions differs between implicit and explicit time demands. *Neurobiology of learning and memory*, Amsterdam, v. 199, n. 107731, p. 1-8, Mar. 2023.
- SETH, A. *Being you: a new science of consciousness*. Londres: Faber & Faber, 2021.
- SETH, A. K.; FRISTON, K. J. Active interoceptive inference and the emotional brain. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, London, v. 371, n. 1708, p. 1-10, Nov. 2016.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: Chicago: The University Illinois Press, 1964.
- TALWAR, S. K.; XU, S.; HAWLEY, E. S.; WEISS, S. A.; MOXON, K. A.; CHAPIN, J. K. Rat navigation guided by remote control. *Nature*, London, v. 417, n. 6884, p. 37-38, May 2002.
- THEUNISSEN, F.; MILLER, J. P. Temporal encoding in nervous systems: a rigorous definition. *Journal of computational neuroscience*, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 149-162, June 1995.
- THORPE, S. J. Spike arrival times: a highly efficient coding scheme for neural networks. In: ECKMILLER, R.; HARTMANN, G.; HAUSKE, G. (ed.). *Parallel processing in neural systems and computers*. New York: North-Holland, 1990. p. 91-94.
- THORPE, S.; FIZE, D.; MARLOT, C. Speed of processing in the human visual system. *Nature*, Londres, v. 381, p. 520-522, June 1996.
- VAN GULICK, R. Consciousness. In: ZALTA, E. N.; NODELMAN, U. (ed.). *Stanford encyclopedia of philosophy*. Stanford, CA: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2014. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/consciousness>. Acesso em: 8 fev. 2023.
- VICTOR, J. D. Spike train metrics. *Current opinion in neurobiology*, Amsterdam, v. 15, n. 5, p. 585-592, Oct. 2005.
- VON BARTHELD, C. S.; BAHNEY, J.; HERCULANO-HOUZEL, S. The search for true numbers of neurons and glial cells in the human brain: a review of 150 years of cell counting. *The journal of comparative neurology*, [s.l.], v. 524, n. 18, p. 3865-95, Dec. 2016.
- WU, S.; AMARI, S.; NAKAHARA, H. Population coding and decoding in a neural field: a computational study. *Neural computation*, Massachusetts, v. 14, n. 5, p. 999-1026, May 2002.

**PARTE II**

**INFORMAÇÃO E**

**TECNOLOGIA**



4

**A ABORDAGEM QUANTITATIVA  
DA INFORMAÇÃO: A TEORIA  
MATEMÁTICA DA COMUNICAÇÃO**

*THE QUANTITATIVE APPROACH  
TO INFORMATION: THE  
MATHEMATICAL THEORY OF  
COMMUNICATION*

*Marcos Antonio ALVES*

*UNESP*

*marcos.a.alves@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-5704-5328>*

**Resumo:** Expomos a proposta da quantificação da informação tal como sugerida na Teoria Matemática da Comunicação. Iniciamos com a concepção de comunicação e do modelo unidirecional de comunicação. Em seguida, focalizamos a noção de informação subjacente a essa perspectiva, em vista de, na seção seguinte, expor a definição de quantificação da informação. Procuramos mostrar que, apesar dessa abordagem analisar apenas dos aspectos sintáticos da transmissão de mensagens, seus estudos são importantes para o tratamento de questões relacionadas à eficiência semântica e pragmática da comunicação.

**Palavras-chave:** Comunicação. Quantidade de Informação. TMC. Ruído.

**Abstract:** We present the proposal to quantify information as suggested by the Mathematical Theory of Communication. We begin by introducing the concept of communication and the unidirectional model of communication. Subsequently, we focus on the notion of information underlying this perspective and aim to present, in the next section, the definition of information quantification. We attempt to demonstrate that although this approach analyzes only the syntactic aspects of message transmission, it is important to address issues related to the semantic and pragmatic efficiency of communication.

**Keywords:** Communication. Quantity of Information. MTC. Noise.

## **1 APRESENTAÇÃO**

A informação talvez tenha sido um dos elementos presentes em todas as grandes revoluções tecnológicas humanas, principalmente no tocante ao domínio e à manipulação de fenômenos ou objetos físicos. O controle e o uso intencional do fogo, da madeira ou da pedra, de certos metais, como ferro, cobre ou bronze, por exemplo, via produção de instrumentos capazes de facilitar a sobrevivência da espécie, dependem da capacidade de manipulação de informação referente às potencialidades ou propriedades desses objetos.

Na modernidade, o ser humano deparou-se com outra revolução tecnológica: a invenção da imprensa. Diferentemente das outras revoluções, nesta, a própria informação começou a ser o objeto manipulado, de sorte que a informação capturada passou a ser sobre ela própria. No mesmo sentido, o século XX testemunhou outro grande desenvolvimento, na manipulação da informação, através da criação de alguns aparelhos, como o telégrafo, o rádio e a TV. O passo seguinte para a universalização do seu uso foi a criação e o desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação, como os computadores pessoais, *notebooks* e telefones celulares.

Um dos grandes problemas da era da comunicação consiste em encontrar meios teóricos e práticos para maximizar a eficiência da comunicação. Isso significa a transmissão de modo mais eficiente possível da informação, com o menor tempo possível e com o mínimo possível de perda de sinais, ao longo do processo. A Teoria Matemática da Comunicação (doravante, TMC), tal como desenvolvida por pesquisadores como Nyquist (1928), Hartley (1928) e Shannon e Weaver (1949), trata de algumas dessas questões. Busca, por exemplo, uma definição da medida da informação em uma fonte e a capacidade de um canal de comunicação, analisa as características do ruído e de bons códigos de comunicação, o tipo de fontes ou de mensagens no mundo, e como a sua natureza afeta a eficiência na comunicação. O objetivo principal desta abordagem consiste em construir meios eficientes de codificar e transferir mensagens.

Abordamos alguns aspectos da abordagem da Teoria Matemática da Comunicação, baseados principalmente na obra de Shannon e Weaver

(1949), referentes a questões como as elencadas acima. Para tanto, iniciamos tratando da sua noção de comunicação e do modelo unidirecional de comunicação. Em seguida, focalizamos a noção de informação subjacente a essa perspectiva, em vista de, na seção seguinte, expor a sua definição de quantificação da informação.

## 2 MODELO UNIDIRECIONAL DE COMUNICAÇÃO

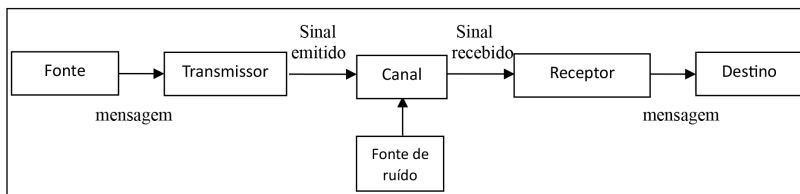
O matemático, engenheiro, criptógrafo, pesquisador dos laboratórios Bell, Claude Elwood Shannon, é conhecido como o pai da informação. Em 1948, ele publica um artigo intitulado “A Mathematical Theory of Communication”, no qual estabelecia as bases dessa nova área de pesquisa. Em 1949, lança uma nova versão do texto, denominada “The Mathematical Theory of Communication” (Shannon; Weaver, 1949), com o acréscimo de uma parte introdutória, não formal, escrita por Warren Weaver.

Do ponto de vista da TMC, a comunicação é vista como um processo de transmissão de informações, a exemplo do que ocorre em uma conversa presencial ou via ligação telefônica, no envio de *e-mail*, em uma consulta em terminais eletrônicos. Explicitam Shannon e Weaver (1949, p. 3):

A comunicação é qualquer procedimento pelo qual uma mente afeta outra mente. Além da fala escrita e oral, a comunicação envolve música, artes pictóricas, teatro, balé e, de fato, todo comportamento humano. Em algumas situações pode ser desejável usar uma definição mais ampla de comunicação. Tal definição envolveria procedimentos por meio dos quais um mecanismo (por exemplo um equipamento automático para rastrear um aeroplano e computar suas prováveis posições futuras) afeta outro mecanismo (por exemplo um míssil guiado perseguindo este aeroplano).

A transmissão de informações pressupõe alguns componentes, como uma fonte, um canal e um destino. Para a informação ser transmitida da fonte até o destino, por meio de um canal, geralmente é necessária a construção de um transmissor e um receptor. A Figura 1 ilustra o modelo de comunicação unidirecional. Nesse modelo, as informações são transmitidas apenas em uma direção: da fonte para o destino.

Figura 1 – Modelo de comunicação unidirecional



Fonte: Shannon e Weaver (1949, p. 7)

No exemplo da ligação telefônica, o falante é a fonte de informações e o ouvinte o destino. As palavras emitidas pela fonte (mensagens) são transformadas pelo transmissor em sinais, ondas físicas. Em seguida, são enviadas através de fios ou via satélite (canal) para o telefone do ouvinte, onde são transformadas pelo receptor novamente em sons (mensagem), a fim de serem recebidas pelo destino.

Uma vez selecionada e emitida a mensagem pela fonte, o transmissor cumpre a sua função no processo comunicativo. O transmissor é uma entidade que codifica as mensagens emitidas pela fonte e as transforma em sinais a serem transmitidos para o destino. O sinal, o qual pode ser uma onda elétrica ou química, por exemplo, geralmente é finito, tem curta duração no tempo e depende de um canal, especialmente um ambiente físico, para subsistir.

O transmissor tem a função de encontrar o melhor meio de transformar as mensagens em sinais, para que estes sejam transmitidos corretamente pelo canal. A realização dessa segunda função depende das capacidades, propriedades e restrições do canal. Não é possível, por exemplo, transmitir ondas visuais através de aparelhos de rádio, ou palavras faladas por meio de pombos-correios.

O transmissor, em última instância, prepara a mensagem para que a sua transmissão seja otimizada. A função de transmitir a mensagem efetivamente é do canal de comunicação. O canal é o meio pelo qual os sinais recebidos do transmissor são transmitidos para o receptor. Ele pode transmitir os sinais de forma analógica, digital ou dos dois modos. É de acordo

com esse tipo de mensagem que os sistemas são classificados em discretos, contínuos ou mistos.

No sistema de comunicação, a fonte e o destino costumam ser elementos dados no mundo, como um lance de moeda ou de um dado, a partir do qual se teoriza a seu respeito, definindo-se, por exemplo, a sua quantidade de informação. Já outros elementos, como o transmissor e o receptor, são muito mais de engenharia tecnológica, sendo aparatos tecnológicos a serem construídos. É preciso ter boas tecnologias de informação e comunicação para transformar as mensagens, adequadamente, em sinais, para serem transmitidas via canal, a fim de evitar ruído ou de recuperar mensagens ruidosas. Sem bons aparelhos telefônicos, por exemplo, não seria possível transmitir eficientemente áudios e vídeos da fonte para o destino, mesmo com um canal suficientemente poderoso. Mesmo com todo o aparato físico, com satélites atuais, não seria possível transmitir um vídeo via aparelho telefônico da década de 1990.

O aspecto da engenharia citado acima também ilustra outro fator relevante, na abordagem da TMC. Essa teoria se inclina a estabelecer as bases teóricas para a eficiência da comunicação. Considerando que a transmissão da informação está vinculada ao gasto energético em um sistema, como explicita Floridi (2010), seus resultados são importantes para a construção de sistemas de comunicação eficientes. Todavia, a construção efetiva, física, desses canais e seus aparelhos relacionados extrapola, em princípio, os limites e objetivos da TMC.

O canal de comunicação situa-se entre o transmissor e o receptor. Shannon e Weaver (1949) definem um canal discreto como um sistema por meio do qual uma sequência de escolhas, a partir de um conjunto finito de símbolos elementares, pode ser transmitida de um ponto para outro. Na sua abordagem, por questões práticas, ele assume que cada símbolo possui uma certa duração no tempo. Ou seja, os símbolos são discretos. Sem essa restrição, além de dificultar a sua identificação e definir a sua quantidade de informação, um símbolo de duração ilimitada poderia jamais alcançar o destino.

Nem sempre símbolos diferentes apresentam a mesma duração. Esse é o caso da telegrafia, por exemplo, conforme ilustra Alves (2012). Um sistema no qual os símbolos possuem a mesma duração é o da computação digital, meio pelo qual quase toda a comunicação ainda é em grande parte realizada, via tecnologias da comunicação e informação.

A eficiência da comunicação depende da capacidade do canal em transmitir informações. Se um canal possui capacidade de transmissão de informações menor do que a encontrada na fonte, pode ocasionar a perda ou demora excessiva na sua transmissão, prejudicando a eficiência da comunicação.

O canal também pode interferir na eficiência da comunicação, modificando os sinais originalmente selecionados na fonte, através do ruído. De maneira geral, ruído é tudo aquilo que modifica uma mensagem em sua transmissão. São fatores inexistentes na mensagem original que a fazem chegar incompleta, composta de novos elementos ou misturada com outra mensagem ao destino. São fontes de perturbação que podem modificar as mensagens originais, fazendo-as chegar distorcidas ao ponto final. Em uma chamada telefônica, por exemplo, chiados na conversa podem fazer com que a mensagem chegue incompleta ou mesmo alterada ao destino. Conforme Shannon e Weaver (1949, p. 8), “[t]odas essas mudanças no sinal transmitido são denominadas ruído”.

Em um sentido mais específico, Shannon distingue dois modos de alteração nos sinais, produzidos no canal: o ruído e o equívoco. O ruído é tudo aquilo que pode chegar ao destino sem ter partido da fonte. Assim, no caso em que uma fonte emite “Luís é culto” e o destino pode receber as mensagens “Luís é culto” ou “Luís é ladrão”, por exemplo, a probabilidade de chegar ao destino aquilo que partiu da fonte é menor do que 1. Há possibilidade de o destino receber algo não oriundo da fonte. Já o equívoco é tudo aquilo que pode partir da fonte sem alcançar o destino. Este seria o caso, por exemplo, de uma fonte enviar as mensagens, “Luís é culto” ou “Luís é ladrão”, mas somente uma delas chegar ao destino. Assim, a probabilidade de ter partido da fonte uma mensagem que alcançou o destino é menor do que 1. Há possibilidade de não chegar ao destino algo oriundo

da fonte. Enquanto no ruído não é possível determinar o que o destino recebe, no equívoco é impossível saber exatamente o que a fonte seleciona.

A Figura 2 ilustra tal diferença entre ruído e equívoco.

Figura 2 – Representação de ruído e equívoco

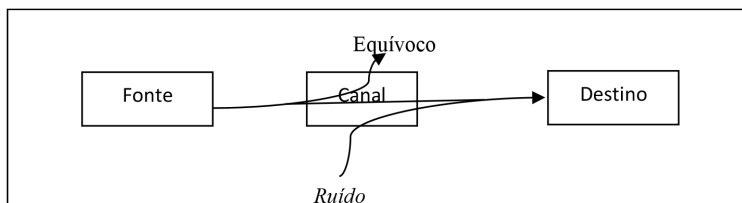


Fonte: Elaboração nossa.

Ruído e equívoco indicam graus de independência entre fonte e destino. Eles são estabelecidos quantitativamente de forma semelhante à da definição de entropia em uma fonte, a ser exposta na próxima seção, feita com base na distribuição de probabilidades das mensagens. O valor do ruído e do equívoco é calculado a partir da probabilidade condicional de ocorrência de uma mensagem, dada a ocorrência de outra. Trata-se, assim, de entropias relativas entre fonte e destino. A Figura 3 representa um modelo de comunicação linear com ruído e equívoco.

No processo comunicativo, o grau de entropia, ou seja, o grau de aleatoriedade de uma fonte, tende sempre a aumentar, em função da incidência de ruído e equívoco, em conformidade à segunda lei da termodinâmica. Imaginemos, por exemplo, um processo ilimitado de reproduzir uma fotocópia. Cada nova tiragem vai perdendo um pouco do texto original, até o ponto em que ele se torna ilegível, sendo impossível recuperá-lo em sua totalidade, ou seja, é classificado como um processo irreversível, segundo definido na termodinâmica.

Figura 3 – Modelo de comunicação unidirecional com ruído e equívoco



Fonte: Elaboração nossa.

Dois meios de evitar ou recuperar símbolos alterados pelo ruído é através da inserção da redundância e da codificação. A redundância é a medida do grau de repetição de sinais em uma fonte. Consiste na inserção de informações repetidas às mensagens, desnecessárias, em princípio, que se manifestam no aumento do número de signos na mensagem. Por isso, argumenta Roman (1992, p. 3), “[...] quanto maior a redundância adicionada à mensagem de uma fonte, mais confiavelmente pode-se detectar e corrigir erros, mas menor será a eficiência na transmissão das mensagens (será mais lenta e custosa)”. Em termos técnicos, é a diferença entre a capacidade de um canal de comunicação e o quanto dele é utilizado.

A redundância na língua portuguesa, por exemplo, é próxima a cinquenta por cento. A ocorrência de metade dos símbolos é controlada pela estrutura estatística da língua. Assim, não há como ocorrer, por exemplo, conforme as regras gramaticais, a sequência de palavras “homem é comprou” ou ocorrer a letra “p” depois de “n”. A probabilidade de ocorrência de “comprou” depois de “homem é” ou de “p” depois de “n” é nula. Exatamente por causa da redundância, ao lermos a mensagem “\_ ho\_em \_ bra\_ilei\_r\_”, na qual os traços substituem letras apagadas, sabemos quais símbolos estão faltando na sentença, garantindo o processo comunicativo e recuperando a mensagem original distorcida pelo ruído.

Conforme lembra Krippendorff (2009), a redundância pode se dar devido à capacidade do canal não utilizada, à transmissão duplicada de mensagens ou a restrições ao conjunto de mensagens possíveis, por exemplo, por uma gramática ou vocabulário especializado. Ela parece um desperdício, mas é de considerável importância na comunicação humana.

No contexto da engenharia da comunicação, deseja-se que a codificação das mensagens da fonte seja tal que elas possam ser transmitidas em média, e não isoladamente, com o máximo de economia de tempo, de dinheiro, de energia. Para tanto, determina-se, por exemplo, que mensagens com maior probabilidade de ocorrência sejam codificadas com um número menor de símbolos. Em um código binário, a letra “e”, na língua portuguesa, por exemplo, deveria ser codificada como “0”, enquanto a letra “w” poderia ser codificada como “01001”. Se considerarmos que cada dígito possui uma duração para ser transmitido, a demora na transmissão de “w” seria compensada pela rapidez na transmissão de “e”, escolhido com maior frequência.

Diferentemente da redundância, a codificação desempenha papel fundamental no tocante à economia, velocidade e fidelidade na transmissão de informações. O interesse específico por problemas de codificação configura uma parte especial da TMC: a teoria do código. Nela são investigadas, dentre outras, questões a respeito da melhor sequência de símbolos associados a mensagens, a fim de que se possa transmitir o maior número de informações, em menos tempo, em um dado canal. Procura-se, ainda, a construção de códigos capazes de auxiliar na identificação e eliminação, por parte do receptor, dos erros inseridos no canal, como mostram Blahut (1988), Roman (1992) e Cover e Thomas (1991).

O destino é o alvo final da informação. Possui um papel totalmente passivo, no sistema de comunicação unidirecional. Ele apenas recebe as informações emitidas pela fonte, a qual, juntamente com o canal, possui um papel ativo no processo comunicativo.

Em um sentido geral, uma fonte pode ser entendida como um processo gerador de informações. Os elementos de uma *fonte no mundo* são os eventos abarcados por ela. Um evento pode ser pensado como um signo linguístico, um acontecimento, fenômeno natural, uma ideia, um comportamento, com base em uma circunstância.

Exemplos de fontes são os lances de moeda ou de dados, cujos eventos são, respectivamente, “cara” e “coroa” e cada um dos seis lados da face do dado; os jogos de loteria, cujos eventos são os números sorteados; o clima, cujos eventos são chuva, calor, umidade, raio etc.

Segundo Alves (2023), um evento certo é aquele cuja probabilidade é total (um), um evento impossível é aquele com probabilidade nula (zero) e um evento possível é aquele cuja probabilidade não é nem total nem nula. No lance de dado não viciado normal, um evento impossível seria “cair o número sete” e um evento possível seria “cair o número três” – e nenhum evento seria considerado certo. No lance de moeda totalmente viciada, com apenas a face cara, o evento “cair cara” seria considerado certo, e qualquer outro pertencente ao conjunto de eventos da fonte seria impossível.

Em termos conceituais, uma fonte pode ser pensada como um processo gerador de mensagens, representantes dos eventos da fonte no mundo. As mensagens, na visão da TMC, concebidas como um conjunto de signos organizados de acordo com determinadas regras adotadas, serão as portadoras de informação. Para Wiener (1970, p. 33), “[...] uma mensagem é uma sequência discreta ou contínua de elementos mensuráveis distribuídos no tempo (o que os estatísticos chamam série temporal)”. Pode ser uma sequência de símbolos ou de palavras escritas ou faladas de uma linguagem, a temperatura registrada por um termômetro contínuo ou o toque de uma campainha.

As mensagens são selecionadas com base na sua probabilidade de ocorrência. Quanto maior tal probabilidade, maior é a chance de a mensagem ser selecionada na fonte. Elas podem ser digitais ou analógicas. As digitais, ou discretas, são constituídas por elementos com duração e tamanho delimitados, como nas sentenças escritas de uma linguagem. Nelas, é possível distinguir, enumerar, classificar e identificar, com precisão, os seus elementos. Já as mensagens analógicas, ou contínuas, caracterizam-se por não apresentar separação nítida entre seus componentes, como nas sentenças faladas ou nos velocímetros que registram a velocidade através de ponteiros, em vez de números.

Uma fonte discreta é aquela que manipula (escolhe, delimita e gera) apenas mensagens discretas. As fontes discretas geram suas mensagens símbolo por símbolo, como na telegrafia ou na computação digital, em que os elementos das mensagens podem ser representados por sequências finitas de dígitos binários “0” e “1”.

A produção de uma sequência de símbolos, de acordo com certas probabilidades, é chamada *processo estocástico*. Para Shannon e Weaver (1949), uma fonte discreta pode ser representada por um processo estocástico, ou seja, como um espaço de probabilidades. Por outro lado, um processo estocástico, o qual produz uma sequência discreta de símbolos escolhidos a partir de um conjunto finito, pode ser considerado uma fonte discreta.

Quando, em um processo estocástico, as probabilidades dependem da ocorrência de mensagens anteriores, tem-se um processo ou uma *cadeia de Markov*. De acordo com Epstein (1986, p. 59), uma cadeia de Markov pode ser definida como “[...] um processo probabilístico no qual o desenvolvimento futuro depende do que acontece as características probabilísticas o estado presente”. Na língua portuguesa, por exemplo, seguindo as suas regras gramaticais, a chance de ocorrer a letra “t” logo após a ocorrência de “m”, é nula, o que não acontece com as letras “a” ou “b”. No jogo de xadrez, a possibilidade de ocorrência de certas jogadas no futuro depende da realização de certos movimentos anteriores, conforme as regras do jogo.

Dentre as cadeias de Markov estão os *processos ergóticos*, caracterizados pela existência de uma estabilidade, ou seja, uma regularidade estatística duradoura. Como suas propriedades não mudam com o tempo, qualquer amostra razoavelmente grande de suas mensagens tende a ser representativa da sequência geral de ocorrência de suas mensagens. Segundo Wiener (1970), a previsão do futuro de uma mensagem faz-se sobre uma espécie de operador sobre o seu passado, seja ele realizado por um esquema de computação matemática, seja por um aparelho mecânico ou elétrico.

*Fontes ergóticas* são aquelas cujas amostras produzidas possuem as mesmas propriedades estatísticas. As suas propriedades não se alteram com o tempo. Descobertas as probabilidades de ocorrência dos símbolos, pode-se prever, para qualquer momento, a probabilidade de ocorrência daquele símbolo.

Uma fonte discreta pode ser representada por um processo estocástico, ou seja, como um espaço de probabilidades (Shannon; Weaver, 1949). Por outro lado, todo processo estocástico, o qual produz uma sequência

discreta de símbolos escolhidos a partir de um conjunto finito, pode ser considerado uma fonte discreta. No que se segue, propomos uma concepção de fonte discreta ergótica, a ser utilizada na definição da quantificação da informação.

### **Definição 1 (Fonte discreta ergótica)**

Seja  $A_F = \{m_1, \dots, m_n\}$  o espaço da fonte  $F$ , em que  $m_i$ , para  $1 \leq i \leq n$  e  $n$  natural, é a mensagem  $i$  de  $F$ .

Seja  $P_F = \{p(m_1), \dots, p(m_n)\}$  a distribuição de probabilidades de  $F$ , em que  $p(m_i) \in Q$ ,  $0 \leq p(m_i) \leq 1$ , é o valor probabilidade de  $m_i$ . Além disso,  $\sum_{i=1}^n p(m_i) = 1$ .

Uma *fonte discreta ergótica*  $F$  com  $n$  mensagens é tal que  $F = \{m_1, p(m_1); \dots; m_n, p(m_n)\}$ .

A fonte constituída pelas mensagens correspondentes aos eventos de um lance de moeda não viciada, em que a mensagem “cara” é representada por “C” e “coroa” por “K”, e a fonte constituída pelo lance de um dado não viciado seriam assim descritas:

#### **Exemplo 1**

Moeda:  $\{C, \frac{1}{2}; K, \frac{1}{2}\}$

Dado:  $\{1, \frac{1}{6}; 2, \frac{1}{6}; 3, \frac{1}{6}; 4, \frac{1}{6}; 5, \frac{1}{6}; 6, \frac{1}{6}\}$ .

Na perspectiva da TMC, a eficiência da comunicação consiste em transmitir, de modo adequado, as informações selecionadas na fonte para o destino, no menor tempo e com gastos possíveis. Os problemas de comunicação, sustentam Shannon e Weaver (1949), podem ser estudados sob três enfoques, representados pela solução dos seguintes problemas:

- a: Problema técnico: quão acuradamente os símbolos de comunicação podem ser transmitidos.

- b: Problema semântico: quão precisamente os símbolos transmitidos carregam o significado desejado.
- c: Problema da efetividade: quão efetivamente o significado recebido afeta a conduta de modo desejado.

O *problema técnico* consiste na análise da exatidão da transferência dos símbolos das mensagens selecionadas na fonte. Sob esse prisma, avalia-se em que medida os símbolos, entendidos como entidades formais de uma estrutura, que chegaram ao destino, são, de fato, os que partiram da fonte. Investiga-se, ainda, as causas das possíveis falhas no processo de comunicação, como o ruído, e os meios para evitá-las, eliminá-las e corrigi-las. Aqui, a informação é analisada sob um ponto de vista técnico, ou seja, quantitativo e sintático. A eficiência da comunicação é medida pela reprodução exata ou aproximada, no destino, dos símbolos selecionados na fonte, bem como da velocidade pela qual os símbolos são transmitidos, que pode depender tanto da capacidade do canal quanto da codificação.

O *problema semântico*, por sua vez, refere-se à precisão do significado dos sinais. Sob esse prisma, busca-se analisar em que medida o destino capturou o significado das mensagens emitidas pela fonte. A informação é concebida sob um ponto de vista qualitativo e semântico.

A eficiência da comunicação semântica pressupõe a eficiência da comunicação no nível técnico. Em geral, para que o significado original da mensagem emitida pela fonte seja transmitido e captado pelo destino, é essencial que os símbolos constituintes da mensagem cheguem ao destino sem modificações sintáticas significativas, ou seja, com o mínimo possível de ruído e equívoco. No problema semântico, a análise é centrada naquilo a que as mensagens se referem ou sobre o seu conteúdo, naquilo que elas querem dizer. A questão a ser investigada corresponde à análise da qualidade da mensagem, ao seu significado ou à sua referência.

Por fim, o *problema da efetividade* consiste na análise da realização dos comandos subjacentes na mensagem emitida pela fonte. Uma vez recebida a mensagem e captado o seu significado pelo destino, investiga-se em

quais condições a sua conduta satisfaz o solicitado na mensagem emitida pela fonte. A eficiência da comunicação é definida a partir da adequação da atividade efetuada pelo destino, com os pressupostos da mensagem oriunda da fonte.

A solução do problema da efetividade pressupõe, em geral, a solução dos outros dois problemas anteriores. Se o destino não captura o significado da mensagem, ou a recebe de modo alterado, pode não capturar o pedido implícito emitido pela fonte. Assim, por exemplo, imaginemos a situação na qual duas pessoas estão em uma festa. Se uma delas diz “Eu estou cansado” e a outra não ouve, por conta do barulho alto, provavelmente a falta de recepção do sinal emitido pela fonte, ou seja, a incidência de ruído inserido no canal, também provocaria alterações nos níveis semântico e pragmático, no processo comunicativo. Pode ocorrer que, ao receber o sinal com cortes, o significado não alcance o ouvinte, levando-o a agir de maneira diferente do esperado pela fonte.

Se, por um lado, problemas de engenharia podem resultar em problemas semânticos e sintáticos, por outro, a eficiência no primeiro nível não garante a eficiência nos demais níveis. Pode ocorrer que a fonte, no exemplo acima da festa, estivesse indicando um sentido de cansaço mental devido ao barulho alto prolongado ou a uma indisposição, mas o destino tenha interpretado como cansaço físico. Essa ineficiência no nível semântico ocasionaria, com boa margem de probabilidade, ineficiência no nível pragmático. O falante poderia, no caso, desejar ir embora do local, enquanto o ouvinte poderia trazer uma cadeira para descansar.

Para Shannon e Weaver (1949, p. 31), como mostrado acima, “[a] spectos semânticos e pragmáticos da informação são irrelevantes para o problema técnico, ou de engenharia. Porém, aspectos de engenharia não são irrelevantes para os aspectos semânticos ou de efetividade”. No caso específico da comunicação humana, pode-se estabelecer, ainda, um limite da quantidade máxima de informação recebida para um indivíduo ser capaz de entender uma mensagem. Conforme Krippendorff (2009), há estimativas de que a compreensão de leitura exige uma média máxima de 16 bits por segundo, por conta de nossa capacidade atual de processamento da informação, que envolve graus de concentração, atenção, estresse, cansaço, etc.

Os problemas de segundo e terceiro níveis levam em conta determinados aspectos, como desejos, intenções, construções semânticas, cognitivas e emocionais, relações interpessoais, dentre outros fatores. Pensadores como Dretske (1981), por exemplo, utilizam os resultados e conceitos da TMC para propor uma abordagem semântica e pragmática da informação, conforme mostram Alves (2011) e Salsmam e Alves (2022).

Ao direcionar seus estudos apenas ao nível sintático, a TMC desconsidera, propositalmente, todos esses elementos em sua abordagem, focando especificamente na forma, na estrutura dos signos, em seu aspecto sintático. Assim, mensagens com valor semântico distinto podem possuir o mesmo valor informacional. Mensagens como “Hoje é terça” e “A lua é de queijo” podem possuir a mesma quantidade de informação, se possuísem, por exemplo, a mesma probabilidade de ocorrência.

Um dos recursos usados para medir a eficiência da comunicação foi estabelecer uma definição quantitativa da informação. Antes de apresentá-la, abordamos, a seguir, a noção de informação subjacente à proposta da TMC.

### **3 A NOÇÃO DE INFORMAÇÃO SUBJACENTE À TMC**

A TMC não tem por finalidade apresentar uma definição de informação, discutir seu estatuto ontológico ou tratar do conteúdo das mensagens de uma fonte. Nessa perspectiva, um primata pressionando teclas aleatoriamente em um teclado de computador, o sorteio de um número na loteria ou uma descoberta científica produziriam bastante informação. Isso independe das mensagens serem ou não verdadeiras, de possuírem ou não significado. Embora muito pouco provável, o conjunto de símbolos emitidos pelo primata poderia resultar em uma tradução fiel do artigo de Shannon para a língua portuguesa. Mas não seria isso o que definiria a informação, nos termos da TMC.

O sucesso na comunicação para a TMC consiste em fazer com que a mesma quantidade de símbolos emitidos pela fonte seja entregue ao destino com a máxima economia possível. Para lidar com essas questões, o

tratamento dado à informação segue o mesmo dado a qualquer objeto a ser levado de um ponto a outro. É necessário definir uma medida, uma quantificação do objeto transportado.

Como acontece nas transações comerciais, é fundamental saber se a quantidade do produto recebido pelo comprador é a mesma do emitido pelo vendedor, buscando identificar possíveis perdas no processo de transporte. A quantificação também é essencial para saber que tipo de meio de transporte deverá ser utilizado, para que a carga alcance o destino com o mínimo possível de perda. Não se pode querer, por exemplo, transportar 500kg de repolho em uma carriola. Boa parte do produto não poderá ser posto no veículo ou se perderia no percurso. A ideia da quantificação da informação também possui estes dois aspectos: encontrar meios de comparar o montante de sinais emitido e recebido e definir a capacidade do meio de transmissão, ou seja, do canal de comunicação. Não é possível, por exemplo, transmitir uma grande quantidade de informação, envolvendo áudio e vídeo, digamos, via telegrafia. Tampouco, pode-se desejar transmitir as ligações telefônicas via aparelhos de celular em uma metrópole com satélites muito rudimentares.

Dois dos pioneiros no estudo da quantificação, do armazenamento e da transmissão da informação foram Nyquist (1928) e Hartley (1928). Eles descrevem a quantidade de informação presente em uma fonte de acordo com o seu número de mensagens possíveis. Shannon, em 1948, aprimorou essa ideia e estabeleceu as bases da TMC. Ele inclui novos fatores à proposta de Nyquist (1928) e Hartley (1928), como o efeito do ruído no canal, a economia possível na transmissão de informações e a possibilidade de mensagens possuírem quantidade de informações distintas.

Para Hartley (1928), a informação em uma mensagem é a medida da liberdade de escolha de alguém, ao selecioná-la, baseada em uma fonte. De acordo com Shannon e Weaver (1949), a informação relaciona-se não ao que *realmente* se diz, mas ao que se *poderia* dizer. É uma medida da liberdade de escolha, quando se seleciona uma mensagem. Na perspectiva em questão, lembra Pignatari (1968, p. 45), “[...] só pode haver informação onde há dúvida e dúvida implica na existência de alternativas – donde escolha, seleção, discriminação”.

A concepção de liberdade aqui não pode ser confundida com visões filosóficas, associando-a, por exemplo, ao poder de escolha, via deliberação e efetivação dessa escolha com base na vontade. Na perspectiva filosófica, tal noção costuma ser associada à capacidade de agir por si mesmo, à auto-determinação, independência, autonomia do agente. Nesses termos, mesmo sendo um evento com probabilidade nula ou total de ocorrência em uma fonte, em tese, um agente possuiria liberdade para escolhê-lo ou não, mudando a ordem das coisas, se possível. Assim, embora não seja possível, conforme as regras gramaticais atuais da língua portuguesa, a ocorrência de “b” depois de “n”, pode-se optar por mudar a ordem das coisas e começar a falar “ponbo”, por exemplo.

Na TMC, a noção de liberdade está associada a um espaço de probabilidades, na qual se mede a variação na ocorrência de mensagens de uma fonte. Assim, ao se afirmar que se tem mais ou menos liberdade na escolha de uma mensagem em uma fonte, significamos a possibilidade de, no contexto total, essa mensagem eliminar mais ou menos possibilidades, como buscaremos expor no restante deste capítulo.

Para Hershberger (1955), a informação pode ser definida como uma medida da redução de incerteza. Está relacionada à imprevisibilidade em uma mensagem ou em uma fonte, trazendo à tona um elemento ausente antes da sua ocorrência. No caso do lance de dados, a queda de um de seus lados para cima informa algo até então desconhecido. A informação pressupõe a possibilidade de ocorrência de mais de uma mensagem em uma fonte. Se ela admite apenas a ocorrência de uma mensagem, não há liberdade de escolha, não há incerteza a ser reduzida. Sabe-se *a priori* qual mensagem ocorreria, o que impede a geração de novidade ou redução de incerteza.

Quanto maior a liberdade de escolha, a redução de incerteza, em uma fonte, mais informativa a fonte será. A informação atinge seu valor máximo, quando todas as mensagens de uma fonte tiverem a mesma chance de ocorrência. Já quando apenas uma delas puder ocorrer, temos um valor informacional nulo.

A informação também costuma ser associada à noção de ordem. Na TMC, o termo “ordem” é utilizado para se referir à noção que se caracteriza pela estabilidade, regularidade, arranjo, e pressupõe previsibilidade, regularidade. A desordem, por sua vez, é caracterizada pela aleatoriedade, pelo acaso, pela randomicidade.

Na TMC, a ordem em uma fonte é definida a partir da distribuição da probabilidade de seus eventos ou mensagens. Uma fonte totalmente desordenada é aquela cujos eventos ou mensagens possuem a mesma probabilidade de ocorrência. Já a ordem máxima acontece, quando um evento possui probabilidade absoluta de ocorrência. Quanto mais díspares forem as probabilidades de ocorrência dos eventos, mais ordenada é a fonte.

A ordem é geralmente associada à noção de entropia, compreendida como a medida da aleatoriedade de uma fonte. Aplicada à noção de informação, a entropia é definida com base na probabilidade de ocorrência das mensagens de uma fonte. Na concepção de Shannon e Weaver (1949), a entropia é a medida da incerteza de uma variável randômica. Trata-se da medida da desordem. Quanto mais desordenada uma fonte, maior a sua quantidade de entropia. A entropia está em proporção inversa à ordem.

O aumento na entropia significa um aumento da liberdade de escolha, da redução da incerteza. Quanto mais desordenada for uma fonte, maior será sua quantidade média de informação. Por isso, conforme Shannon e Weaver (1949), a informação e a entropia estão na mesma proporção.

Quanto mais semelhantes forem as probabilidades de ocorrência das mensagens de uma fonte, maior é a sua desordem, a qual está na mesma proporção da aleatoriedade ou randomicidade. Quando, em uma fonte, as mensagens acontecem aleatoriamente, a previsibilidade é sacrificada. A ordem pressupõe que algumas coisas aconteçam mais vezes e outras, menos, isto é, depende da disparidade da probabilidade de ocorrência das mensagens.

Nesse processo, uma fonte é totalmente desordenada, possui o máximo de entropia, quando todas as suas mensagens são equiprováveis. Em fontes com essa característica, quanto maior a sua quantidade de mensa-

gens possíveis, mais ela é desordenada. Por outro lado, por maior que seja o número de mensagens possíveis em uma fonte, se uma delas tiver uma probabilidade muito elevada de ocorrência, digamos, quase absoluta, a desordem é baixa.

Para exemplificar o que afirmamos acima, consideremos um lance não viciado de moeda, onde há duas possibilidades igualmente prováveis de escolha: “cara” ou “coroa”; um lance não viciado de dados, onde existem seis possibilidades. A liberdade no lance da moeda é menor que no lance de dado. No caso do dado, poderíamos dizer muito mais coisas do que poderia ser dito no lance da moeda. Sob a ótica em questão, então, a quantidade de informação presente no jogo de dados deve ser maior do que a do lance de moeda.

Em termos ilustrativos, teríamos os dois seguintes espaços amostrais, representando o lance de moeda e dado não viciados. A letra “C” representa “Cara”, “K” representa “coroa” e os números representam os lados de um dado:

### **Exemplo 2**

Lance de moeda: KCKKCKCKCKCKKCCCK

Lance de dado: 121454213426564

Percebemos, no Exemplo 2, a existência de um padrão no lance de moeda, uma regularidade maior, se comparado ao lance do dado, no sentido de se repetir mais os elementos possíveis. Como o número de opções na moeda é menor, a repetição de mensagens é maior, restringindo a liberdade de escolha e aumentando a previsão dos seus acontecimentos. A ordem no lance da moeda é maior, ou seja, a entropia é menor. Assim, a quantidade de informação nessa fonte deve ser menor do que a do lance do dado. Observamos que o aumento no número de opções torna maiores o grau de entropia e a quantidade de informação da fonte.

No caso de fontes não equiprováveis, essa relação é a mesma. Podemos ilustrá-la através do Exemplo 3, no qual o primeiro espaço amostral representa uma moeda não viciada, como acima exposto; o segundo,

uma moeda viciada, cuja “cara” é escolhida setenta e cinco por cento das vezes; e o terceiro seria uma moeda com a face “cara” em ambos os lados.

### **Exemplo 3**

Moeda não viciada: KCKCKCKCKCKCKCKC

Moeda parcialmente viciada: CCKCKCKCKCKCKCKC

Moeda totalmente viciada: CCCCCCCCCCCCCCCC

A regularidade, existência de um padrão bem estabelecido, no segundo caso e, mais ainda, no terceiro, pode ser percebida com facilidade. A liberdade de escolha, ou seja, a variação na ocorrência dos eventos, no primeiro caso, é maior do que no segundo, que também é maior do que na terceira situação. A liberdade de escolha diminui progressivamente. A queda da face “cara”, no terceiro caso, não gera novidade. Já o segundo gera menos novidade do que no primeiro deles. Na moeda totalmente viciada, eu nada mais poderia dizer além de “saiu cara”. Ao dizer tudo o que poderia ser dito, nada se informa, dada a ocorrência sempre do mesmo evento.

No segundo caso acima, a variedade na ocorrência de eventos aumenta, se comparada ao terceiro, mas ainda é restrita. Ao visualizar a ocorrência do evento “cara”, eu poderia ter visualizado, também, a ocorrência de “coroa”, mas com uma margem menor do que na primeira situação, na qual tudo pode acontecer em cada instante. No segundo caso, ao observar a face “cara” no lance, haveria uma margem pequena de ter acontecido “coroa”. Observa-se, assim, que a ordem é maior, ou seja, a entropia e, assim, a quantidade de informação são menores progressivamente do terceiro para o primeiro caso.

A unidade de informação é identificada a uma fonte com duas mensagens possíveis com a mesma probabilidade de ocorrência. Pode-se facilmente perceber que um lance de moeda não viciado, conforme exposto acima, exige apenas uma escolha: “cara” ou “coroa”. Esse não é o caso com fontes mais complexas, como o dado não viciado.

Mesmo se baseando em justificativas factuais ou pré-teóricas, a definição da unidade de informação possui certa dose de arbitrariedade, assim como na definição de outras unidades, como de massa ou comprimento. Todavia, há também fatores técnicos e práticos que justificam essa escolha. Estabelecer que uma fonte possui uma unidade de informação significa que os símbolos precisarão associar, ao máximo, um símbolo, um dígito binário (*Binary digit* – Bit) por mensagem, para ser transmitido eficientemente. Se uma moeda é lançada a cada segundo, a capacidade mínima do canal será de 1 bit por segundo, para o destino receber as mensagens enviadas pela fonte. Em outras palavras, deve ser capaz de transmitir, por exemplo, 0 (cara) ou 1 (coroa) a cada segundo.

Isso também está associado ao tipo de funcionamento das tecnologias de informação e comunicação, em geral, no sistema de circuitos elétricos, cujo funcionamento é passa corrente e não passa corrente, ao estilo de interruptores elétricos ou de termostatos. Se estivéssemos operando com a computação quântica, por exemplo, em vez da digital, provavelmente adotaríamos, como base, outra medida informacional.

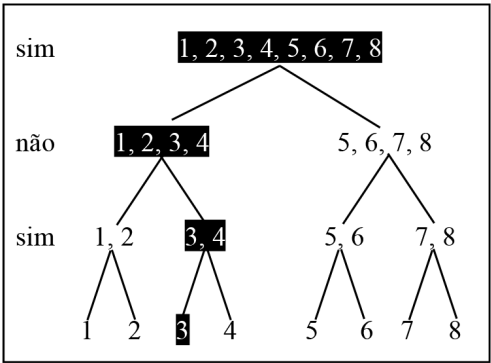
Em vista desse panorama geral da noção de informação subjacente à proposta da TMC, expomos, a seguir, uma definição da quantidade de informação presente em uma mensagem e em uma fonte.

#### 4 A QUANTIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA TMC

A definição da medida da liberdade de escolha em uma fonte pode ser ilustrada através de um método de divisão das mensagens, segundo exposto por Edwards (1971), dentre outros. Para fontes com mensagens equiprováveis, o procedimento consiste em sucessivas divisões do número de alternativas possíveis em dois grupos, com o mesmo número de elementos, escolhendo-se um desses grupos em cada divisão, com base na resposta à pergunta: “Escolho o primeiro grupo?” O número de respostas “sim” ou “não” necessárias até se obter dois grupos constituídos por apenas um elemento será o valor da liberdade de escolha na fonte.

Uma fonte com oito mensagens equiprováveis precisaria de três respostas à pergunta em questão, conforme demonstrado na Figura 4, a qual, como as próximas figuras.

Figura 4 – Método de divisão das mensagens de uma fonte com oito mensagens possíveis equiprováveis



Fonte: Elaboração nossa.

A seleção ou a geração da mensagem número 3, no rol de mensagens, portanto, demandou três escolhas sucessivas. Esse método permite estabelecer a seguinte relação:

Figura 5 – Relação entre o número de mensagens de uma fonte e o de decisões para a escolha de uma delas

| Número de mensagens (n) | Divisão por 2 | Número de decisões (H) |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| 1                       | 2             | 0                      |
| 2                       | 2             | 1                      |
| 4                       | 2             | 2                      |
| 8                       | 2             | 3                      |
| 16                      | 2             | 4                      |

Fonte: Elaboração nossa.

Esse método captura a noção de informação exposta na seção anterior. Em situações equiprováveis, quanto maior for o número de elementos da fonte, maior será a liberdade de escolha presente nela.

A Figura 5, acima, permite fixarmos, por combinatória, a seguinte relação matemática entre o número de mensagens, denotado por “ $n$ ”, e o número de decisões, denotado por “ $P$ ”:

$$n = 2^I \quad (1)$$

De acordo com a definição de função logarítmica, se  $B = A^x$ , então,  $\log_A B = x$ . A partir disso, estabelecemos uma definição da quantidade de informação em uma fonte com mensagens equiprováveis (Shannon; Weaver, 1949).

## DEFINIÇÃO 2 (QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO EM FONTE COM MENSAGENS EQUIPROVÁVEIS)

Seja  $F$  uma fonte ergótica discreta de informações com  $n$  mensagens equiprováveis. A *quantidade de informação de  $F$* , denotada por “ $I_F$ ”, é definida pela seguinte equação:

$$I_F = \log_2 n. \quad (2)$$

### Exemplo 4:

|                                                     |                              |
|-----------------------------------------------------|------------------------------|
| $F_1 = \{m_1, 1/2; m_2, 1/2\}.$                     | $H_{F_1} = \log_2 2 = 1.$    |
| $F_2 = \{m_1, 1/4; m_2, 1/4; m_3, 1/4; m_4, 1/4\}.$ | $H_{F_2} = \log_2 4 = 2.$    |
| $F_3 = \{m_1, 1/6; \dots; m_6, 1/6\}.$              | $H_{F_3} = \log_2 6 = 2,58.$ |
| $F_4 = \{m_1, 1/8; \dots; m_8, 1/8\}.$              | $H_{F_4} = \log_2 8 = 3.$    |

Com base no exemplo 4, o jogo de moeda não viciada, representado por  $F_1$ , é menos informativo do que a fonte do jogo de dados, representado por  $F_3$ .

Muitas fontes de informação, no entanto, possuem mensagens com probabilidade de ocorrência distinta. Algumas mensagens ocorrem mais vezes do que outras, como no caso de um lance de moeda viciado, por exemplo.

Na perspectiva da TMC, a rigor, a informação é atribuída à fonte e não às suas mensagens individuais. Embora algumas vezes seja conveniente atribuir informação às mensagens individuais (como se faz com o significado), o objetivo é definir uma quantidade de informação para uma fonte como um todo, lembram Shannon e Weaver (1949). Um dos motivos para isso está nos objetivos da TMC, os quais consistem em transmitir eficientemente todas as mensagens possíveis de ocorrência. A eficiência da comunicação está na transmissão, sem falhas, do conjunto de mensagens possíveis e não apenas de uma ou algumas delas.

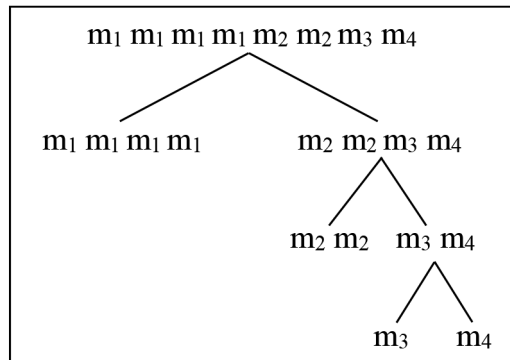
Entretanto, a definição da quantidade de informação, em uma fonte de informações, cujas mensagens não são equiprováveis, depende de uma espécie de quantificação da informação presente em cada mensagem.

Quando elas não são equiprováveis, o método da divisão em grupos, com o mesmo número de elementos para determinar a quantidade de informação, deixa de ser apropriado. A liberdade de escolha diminui nesses casos, em função da existência de uma espécie de preponderância de algumas mensagens. Ou seja, quando as mensagens são equiprováveis, a divisão do número de mensagens ao meio é viável, porque cada metade fica com cinquenta por cento de probabilidade de ocorrer, o que nem sempre acontece, quando elas não são equiprováveis.

Uma variação do método para medir a quantidade de informação, nesses casos, está em considerar a probabilidade de ocorrência das mensagens em uma fonte, de tal sorte a possibilitar a divisão em grupos equiprováveis.

Para ilustrarmos essa nova versão do método, imaginemos uma fonte com quatro mensagens nas quais, de cada oito ocorrências,  $m_1$  ocorre quatro vezes,  $m_2$  ocorre duas vezes,  $m_3$  e  $m_4$  ocorrem uma vez cada. A Figura 6 ilustra como adequar o caso de fontes como essa, cujas mensagens possuem probabilidades distintas, ao método anterior.

Figura 6 – Método de divisão das mensagens de uma fonte com quatro mensagens possíveis



Fonte: Elaboração nossa.

Com essa representação, podemos proceder como no caso das mensagens equiprováveis, dividindo o grupo ao meio. Segundo evidência a Figura 6, a seleção da primeira mensagem, no caso em questão, exigiria apenas uma escolha; da segunda, exigiria duas; e das duas últimas, exigiria três escolhas. O esquema abaixo (Figura 7) focaliza essa relação.

Figura 7 – Relação entre o número de escolhas para a seleção de uma mensagem com a sua probabilidade de ocorrência

| Mensagem (i) | Divisão | N. de escolhas (I <sub>i</sub> ) | Probabilidade (p <sub>i</sub> ) |
|--------------|---------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1            | 2       | 1                                | ½                               |
| 2            | 2       | 2                                | ¼                               |
| 3            | 2       | 3                                | ⅛                               |
| 4            | 2       | 3                                | ⅛                               |

Fonte: Elaboração nossa.

No esquema acima, encontramos a seguinte relação matemática entre as três últimas colunas:

$$p_i = 2^{-I_i}. \quad (3)$$

De acordo com a definição da função logarítmica, estabelecemos a quantidade de informação presente em uma mensagem de uma fonte, conforme a próxima definição (Shannon; Weaver, 1949).

### **DEFINIÇÃO 3 (QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO DE UMA MENSAGEM)**

Seja  $m_i$  uma mensagem de uma fonte  $F$  e  $p_i$  a probabilidade de ocorrência de  $m_i$ . A quantidade de informação em  $m_i$ , denotada por “ $I_i$ ”, é definida pela seguinte equação:

$$I_i = -\log_2 p_i. \quad (4)$$

Quando  $p_i = 0$ , definimos que  $-\log_2 0 = 0$ , ou seja,  $I_i = 0$ .

A quantidade de informação presente em cada uma das mensagens enunciadas na Figura 6, acima, é assim definida:

$$I_1 = -\log_2 \frac{1}{2} = 1; \quad I_2 = -\log_2 \frac{1}{4} = 2; \quad I_3 = -\log_2 \frac{1}{8} = 3; \quad I_4 = -\log_2 \frac{1}{8} = 3.$$

Alves (2012) mostra que, em fontes com mensagens equiprováveis, a quantidade de informação de qualquer das suas mensagens é igual à quantidade de informação da própria fonte. Nesses casos, a liberdade de escolha em uma mensagem coincide com a liberdade de escolha na própria fonte. Além disso, deriva-se das definições acima que a quantidade de informação é sempre positiva. Não há informação negativa, na perspectiva da TMC. Ademais, mensagens impossíveis ou certas são nulas, informacionalmente.

A determinação da quantidade média de informação de fontes nas quais as mensagens não são equiprováveis não se identifica com a sua quantidade de mensagens. Enquanto a quantidade de informação, em uma mensagem, é determinada pelo número de decisões binárias neces-

sárias para poder selecioná-la, a quantidade de informação em uma fonte é definida pelo número médio dessas decisões, para cada uma de suas mensagens.

No exemplo da Figura 6, acima, observamos que a quantidade de vezes que  $m_1$  é selecionada é muito maior do que o número de vezes que as demais mensagens são selecionadas. Como a sua probabilidade de ocorrência é maior, a sua quantidade de informação deve ser menor. O número de decisões para a sua escolha também deve ser menor, o que representa que a liberdade de escolha na fonte diminui.

O número médio de decisões depende da probabilidade de ocorrência de cada mensagem, associado ao número de decisões exigido para ela ser selecionada. Quanto mais uma mensagem tem chance de ser escolhida, menos decisões são necessárias para a sua seleção.

Para calcular a quantidade de informação de uma fonte, procedemos, inicialmente, multiplicando a probabilidade de ocorrência de cada mensagem pela sua quantidade de informação. Com isso, obtemos a quantidade de informação em uma fonte qualquer, conforme a próxima definição (Shannon; Weaver, 1949).

#### **DEFINIÇÃO 4 (QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO PRESENTE EM UMA FONTE)**

Sejam  $F$  uma fonte ergótica discreta com  $n$  mensagens e  $I_i$  a quantidade de informação na mensagem  $m_i$  de  $F$ . A quantidade de informação de  $F$ , denotada por " $H_F$ ", é definida pela seguinte equação:

$$H_F = \sum_i p_i \times I_i \quad (5)$$

Abaixo, consideramos três fontes e calculamos a sua quantidade de informação.

### Exemplo 5

$$F_1 = \{m_1, \frac{1}{4}; m_2, \frac{3}{4}\}.$$

$$F_2 = \{m_1, \frac{1}{2}; m_2, \frac{1}{4}; m_3, \frac{1}{8}; m_4, \frac{1}{8}\}.$$

$$F_3 = \{m_1, \frac{1}{2}; m_1, \frac{1}{4}; m_3, \frac{1}{16}; m_4, \frac{1}{16}; m_5, \frac{1}{16}; m_6, \frac{1}{16}\}.$$

$$F_4 = \{m_1, \frac{1}{2}; m_2, \frac{1}{4}; m_3, \frac{1}{8}; m_4, \frac{1}{16}; m_5, \frac{1}{16}; m_6, \frac{1}{32}; m_7, \frac{1}{64}; m_8, \frac{1}{64}\}.$$

$$H_{F_1} = (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{3}{4} \times 0,39) = 0,89.$$

$$H_{F_2} = (\frac{1}{2} \times 1) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{8} \times 3) + (\frac{1}{8} \times 3) = 1,75$$

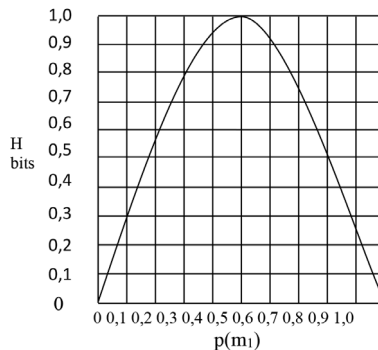
$$H_{F_3} = (\frac{1}{2} \times 1) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{16} \times 4) + (\frac{1}{16} \times 4) + (\frac{1}{16} \times 4) + (\frac{1}{16} \times 4) = 2.$$

$$H_{F_4} = (\frac{1}{2} \times 1) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{8} \times 3) + (\frac{1}{16} \times 4) + (\frac{1}{16} \times 4) + (\frac{1}{32} \times 5) + (\frac{1}{64} \times 6) + (\frac{1}{64} \times 6) = 2,25$$

As fontes  $F_1$ ,  $F_2$ , e  $F_3$  ilustram que o grau de liberdade de escolha diminuiu, quando comparado às fontes equiprováveis com a mesma quantidade de elementos, como no exemplo 4. Houve uma economia no número médio de escolhas. Também observamos que, embora  $F_4$  tenha o dobro de mensagens possíveis do que  $F_2$ , do exemplo 4, a sua quantidade de informação delas é praticamente a mesma.

A Figura 8 mostra a variação da informação de uma fonte com duas mensagens, “ $m_1$ ” e “ $m_2$ ”. A probabilidade de ocorrência de  $m_1$  é denotada por “ $p(m_1)$ ”, de modo que  $p(m_2) = “1 - p(m_1)”$ .

Figura 8 – Variação na informação de uma fonte com duas mensagens



Fonte: Shannon e Weaver (1949, p. 50).

Esse gráfico explicita, dentre outras coisas, que a informação é máxima, quando as mensagens são equiprováveis, no caso,  $p(m_1) = p(m_2) = \frac{1}{2}$ . Já a informação é mínima, quando uma das mensagens possui a probabilidade máxima. Exemplo de limite máximo seria o caso do lance de uma moeda, cuja probabilidade de ocorrência seria a mesma para cada evento. O limite mínimo seria o caso de uma moeda totalmente viciada, no qual apenas um dos lados pudesse ocorrer.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A perspectiva informacional da TMC foi o tema deste capítulo, buscando expor suas principais ideias, tais como a concepção de informação subjacente à sua abordagem quantificacional. A quantidade de informação depende, em última análise, da distribuição de probabilidades das mensagens de uma dada fonte, a partir da qual se define sua quantidade de informação.

Um dos pressupostos básicos dessa perspectiva é a inexistência de informação negativa. Isso explica o sinal negativo na equação que define o valor probabilidade de uma mensagem, garantindo que o valor informacional de um evento seja sempre positivo. Outro pressuposto básico é o de que cada mensagem deve possuir um valor determinado, em uma dada fonte. Isso justifica a arbitrariedade em se definir como nulo o valor informacional de mensagens com valor probabilidade zero.

Pesquisadores da TMC, tais como Shannon e Weaver, expressam claramente o seu objetivo de tratar da quantificação da informação com vistas a provar os principais teoremas da comunicação, como o da capacidade do canal, a fim de maximizar a eficiência da transmissão de informação.

Tal perspectiva não trata dos aspectos semânticos ou pragmáticos da informação ou da sua transmissão, como o fazem outros pensadores, como Dretske (1981), por exemplo. Este toma como ponto de partida resultados da TMC, em sua abordagem, mas os extrapola. Com isso, ele busca criar uma teoria da informação filosoficamente útil, como ele denomina, capaz de contribuir para estudos cognitivos, tal como a definição de

conhecimento. Por questões de espaço, não tratamos de possíveis críticas à abordagem da TMC, tanto referentes à noção de informação quanto a questões como as relações entre informação e entropia, conforme abordado por Alves (2012), por exemplo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. O teatro como um sistema de comunicação. *Trans/formação*: revista de filosofia, Marília, v. 24, n. 1, p. 85-90, jan. 2001. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/transformacao/article/view/825>. Acesso em: 10 maio 2023.
- ALVES, M. A. *Lógica e informação*: uma análise da consequência lógica a partir de uma perspectiva quantitativa da informação. 2012. 211 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- ALVES, M. A. Uma semântica informacional para a consequência lógica. *Principia*: an international journal of epistemology, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 117-135, maio 2023. DOI: <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2023.e85659>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/principia/article/view/85659>. Acesso em: 10 maio 2023.
- BLAHUT, R. *Principles and practice of information theory*. Amsterdam: Addison-Wesley, 1988.
- COVER, T.; THOMAS, J. *Elements of information theory*. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- DRETSKE, F. I. *Knowledge and the flow of information*. Oxford: Blackwell, 1981.
- EDWARDS, E. *Introdução à teoria da informação*. São Paulo: Cultrix, 1971.
- EPSTEIN, I. *Teoria da informação*. São Paulo: Ática, 1986. (Série Princípios).
- FLORIDI, L. *Information: a very short introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- HARTLEY, R. Transmission of information. *Bell System Technical Journal*, v. 7, n. 3, p. 535-563, July 1928. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1928.tb01236.x>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6769394>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- HERSHBERGER, W. *Principles of communication systems*. New York: Prentice-Hall, 1955.
- KRIPPENDORFF, K. Mathematical theory of communication. In: LITTLEJOHN, W.; FOSS, K. A (ed.). *Encyclopedia of communication theory*. Los Angeles: Sage, 2009. p. 614-618.
- NYQUIST, H. Certain topics in telegraph transmission theory. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, v. 47, n. 2, p. 617-644, Apr. 1928. DOI: <https://doi.org/10.1109/T-AIEE.1928.5055024>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5055024>. Acesso em: 18 nov. 2024.

PIGNATARI, D. *Informação, linguagem, comunicação*. São Paulo: Perspectiva, 1968.

ROMAN, S. *Coding and information theory*. New York: Springer, 1992.

SALSMAM, I. V.; ALVES, M. A. A abordagem informacional de conhecimento em Dretske. *Logeion: filosofia da informação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 174-196, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.21728/logcion.2022v8n2.p174-196>. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/5812>. Acesso em: 18 jan. 2024.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of information*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

WIENER, N. *O conceito de informação na ciência contemporânea*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. (Ciência e informação, 2).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Estudos em Filosofia da Informação, da Mente e Epistemologia - GEFIME (CNPq/UNESP), pelas discussões. Ao CNPq, pelo apoio, por meio da Chamada Universal 2018, Projeto “Relações entre informação, conhecimento e ação segundo Dretske”, processo número 420433/2018-0 e Chamada PQ - 2021, Projeto “Informação, cognição e notícias falsificadas: uma análise a partir de Fred Dretske”, processo número: 311630/2021-9. A André Martin de Oliveira Franco e Felipe Gustavo Alves Moreira, pelas leituras prévias do texto.

# 5

## INFORMAÇÃO DE SHANNON *SHANNON'S INFORMATION*

*João Eduardo KOGLER JUNIOR*

*USP*

*kogler@lsi.usp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-3235-9646>*

**Resumo:** Pretende-se neste capítulo apresentar de forma clara e acessível os elementos da teoria da Informação de Shannon, situá-la historicamente, discutir suas principais implicações e aspectos de seu uso e aplicabilidade, comentar os perigos de seu emprego de forma incorreta e apontar para suas extensões. Será adotada uma abordagem heurística sob uma perspectiva simplificada, todavia sem comprometer a precisão e exatidão das análises dos aspectos fundamentais essenciais para a compreensão do legado de Shannon e o modo pelo qual influenciou a ciência e revolucionou a tecnologia. Sempre que interessante, serão incluídos aspectos históricos que auxiliem a compreensão do desenvolvimento das ideias e conceitos.

**Palavras-chave:** Informação de Shannon. Entropia de Shannon. Codificação de fonte. Capacidade do canal. Informação mútua.

**Abstract:** This chapter aims to present the elements of Shannon's Information Theory in an accessible way, situate it historically, discuss its main implications and aspects of its use and applicability, comment on common mistakes of its incorrect use, and indicate its extensions. The heuristic approach here adopted through a simplified perspective, however, does not compromise the precision and accuracy of the analyses of the fundamental aspects essential for understanding Shannon's legacy and the way he influenced science and revolutionized technology. Whenever interesting, historical aspects will be included to help understand the development of ideas and concepts.

**Keywords:** Shannon's information, Shannon's entropy, Source coding. Channel capacity. Mutual information.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito denominado *informação de Shannon* surgiu publicamente em 1948, quando foi removido o sigilo devido ao período da Segunda Guerra Mundial imposto a um artigo escrito por Claude Shannon dois anos antes (Shannon, 1948), então considerado assunto secreto e de cunho estratégico, face à necessidade de se transmitir mensagens de maneira confiável e sigilosa (codificada e criptografada), entre forças militares, núcleos estratégicos e governos. Em seu trabalho, Shannon (1948) construiu os fundamentos e a metodologia para lidar com a questão, obtendo grande sucesso. Sua teoria, que tratava do problema geral de codificação e transmissão de mensagens, conduziu não só aos resultados esperados, como produziu influências muito além do problema original de aplicação estratégica na guerra, tornando-se posteriormente essencial para o desenvolvimento de muitas aplicações tecnológicas desde então. Entre a miríade de descobertas e invenções que empregam os princípios da teoria de Shannon, estão por exemplo, a codificação em comunicações digitais (telefonia, rádio, televisão, etc.), armazenagem e compressão de dados (CDs – *compact discs*, *pen drives*, etc.), representação e recuperação de grandes volumes de dados multimídia, criptografia de dados para sigilo e privacidade, e comunicação segura e rápida entre dispositivos, redes locais e Internet. Estas e várias outras aplicações ilustram o impacto que a teoria de Shannon provocou sobre o estilo de vida moderno, e sobre a organização da sociedade.

Essa teoria revolucionária, denominada “Teoria matemática da comunicação”, foi cuidadosamente desenvolvida ao longo de dez anos (1939 – 1948), com o devido rigor matemático, e não há dúvidas quanto ao acerto das ideias propostas por Shannon (1948), fato testemunhado pelos resultados dela decorrentes. Entretanto, logo após sua publicação, ela não foi unanimemente bem recebida. Muitos não a compreenderam, a acharam mal redigida, e reagiram com desconfiança e ceticismo, inclusive veteranos da área e outros especialistas (Guizzo, 2003; Rioul, 2021). No ano seguinte, em parceria com o matemático Warren Weaver, Shannon republicou uma versão corrigida de seu artigo de 1948 em um livro, que iniciava com um capítulo devido a Weaver destinado a explicar as ideias de Shannon para o grande público (Shannon; Weaver, 1949). Ainda no mes-

mo ano, Weaver publicou outro artigo de divulgação da teoria de Shannon na popular revista *Scientific American* (Weaver, 1949). A essa altura, a fama da teoria de Shannon alcançou novos domínios do conhecimento, e começou a ser aplicada a outros problemas e questões, algumas vezes sem que se tomasse o devido cuidado em verificar sua aplicabilidade. O conceito de informação passou então a ser associado ao nome Shannon, e muitos interpretaram sua teoria como panaceia capaz de prover respostas para as mais diversas questões em torno do tema, simplesmente empregando sua famosa fórmula, para o cálculo da quantidade de informação, em qualquer situação que envolvesse o conceito de informação. Sua fórmula passou a ser tratada como uma definição de informação, o que de fato não era. Shannon opôs-se a esse uso indiscriminado e exortou a comunidade quanto aos perigos desse expediente (Shannon, 1956).

A teoria de Shannon aplica-se a um domínio bem definido, as hipóteses nela adotadas são claras e válidas, desenvolvidas com abordagens corretamente demonstradas e resultados perfeitamente verificados. Neste capítulo, apresentaremos alguns princípios e fundamentos dos pontos essenciais da teoria e indicaremos algumas referências para estudos posteriores. Antes de entrarmos nos detalhes, apresentaremos um sumário desses pontos, que se deve ter sempre em mente ao considerar a teoria de Shannon:

- Ele não denominou seu trabalho ‘teoria *da informação*’, mas Teoria matemática *da comunicação*. Suas palavras-chave foram *mensagem comunicada* e *medida da informação*.
- Shannon não definiu informação em sua teoria. Ele definiu uma medida da quantidade de informação contida em um evento ou mensagem.
- Shannon ponderou que as mensagens mais prováveis trariam menor quantidade de informação do que as mais improváveis.
- Shannon tratou a mensagem como um evento aleatório e associou à surpresa produzida pela mesma, ou à sua correspondente incerteza, o inverso de sua probabilidade de ocorrência.

- Salientou também que a quantidade de informação cresce com a incerteza, sendo proporcional ao logaritmo do inverso da probabilidade de ocorrência da mensagem.
- Considerou que uma mensagem contém dois aspectos inter-relacionados e que podem ser tratados separadamente: sua forma (descrição) e seu conteúdo semântico (interpretação).
- Em sua teoria, ele tratou apenas da forma das mensagens e considerou desnecessário envolver o conteúdo. Todas suas hipóteses, derivações, provas e conclusões referem-se apenas à forma. Tratou a codificação e a decodificação como transformações da representação da forma.
- Considerou que, ao estimar a probabilidade de uma dada mensagem, apenas seus aspectos estruturais (sintáticos) devem ser considerados, descartando-se nessas avaliações os seus significados, ou interpretações (isto é, seu conteúdo semântico).
- Evidenciou que as medidas estatísticas da fonte de mensagens permitem determinar os parâmetros de eficiência de um processo de comunicação.
- Shannon denominou *entropia* da fonte a quantidade média de informação correspondente ao conjunto de mensagens que uma fonte pode produzir.
- Demonstrou, então, que é possível transmitir com probabilidade nula de erro enquanto a taxa de transmissão de informação se encontrar abaixo da capacidade máxima teórica do canal.
- Shannon associou a entropia à incerteza nas estimativas sobre uma fonte, mas não explorou explicitamente suas eventuais conexões com a Termodinâmica ou outros aspectos da Física.

## **2 SHANNON E O CONCEITO DE INFORMAÇÃO**

É usual que uma teoria sobre algum tema se inicie com uma apresentação da natureza de seu objeto de interesse central, buscando conceituá-lo.

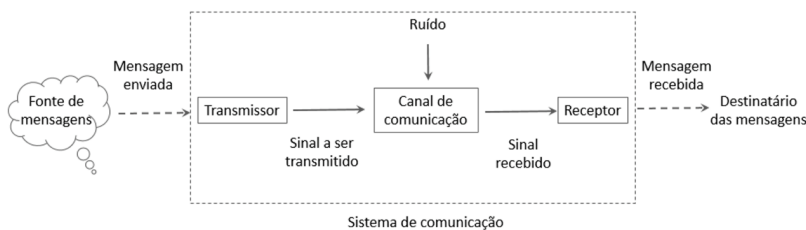
Shannon (1948), entretanto, não escreveu uma teoria “sobre informação”, nem a definiu ou conceituou, e apenas usou o termo “informação” tomado intuitivamente. A palavra-chave em seu famoso artigo de 1948 é “mensagem”, e não “informação”. Sua teoria é sobre comunicação de mensagens entre uma fonte e um destinatário.

Caracterizar precisamente o que é informação constitui até hoje um grande desafio. Intuitivamente sabe-se o que se quer dizer com a palavra *informação*, embora ainda não se consiga defini-la de modo formalmente satisfatório e aplicável às diversas áreas nas quais seria importante ter-se uma tal definição. Shannon já advertia quanto a isso em sua publicação de 1950 (Shannon, 1993). Shannon (1948) e seus precursores, Harry Nyquist (1924) e Ralph Hartley (1928), empregaram uma concepção intuitiva de informação, pressupondo que nenhuma explicação adicional sobre o termo fosse requerida, pelo menos no contexto da engenharia de telecomunicações, ao qual seus trabalhos estavam primariamente direcionados. Norbert Wiener, ex-professor de Shannon no MIT, também não se importou em apoiar-se em uma visão puramente intuitiva da ideia de informação, quando concebeu a Cibernética como a ciência da comunicação e controle (Wiener, 1948).

Shannon (1948) partiu de uma concepção, também tomada como intuitiva, segundo a qual *informação*, apresentada como uma mensagem comunicada, seria constituída por dois componentes inter-relacionados, a *forma* e o *conteúdo*. O conteúdo referia-se ao aspecto semântico, à interpretação da mensagem, ao passo que a forma seria constituída apenas dos aspectos estruturais da mensagem, como sua sintaxe e organização topológica. Shannon (1948), então, considerou que esses aspectos poderiam ser mutuamente separáveis do ponto de vista do tratamento teórico. Todavia, essa hipótese de serem separáveis não implica que sejam independentes, e sua adoção pode ser justificada pela sua eficácia em prever corretamente os resultados observados com seu emprego em diversas aplicações. Certamente é importante entender a classe de problemas à qual esses resultados correspondem, de maneira a se poder apreciar essa justificativa sobre a separação entre forma e conteúdo. Os problemas compreendidos por essas aplicações constituem o objeto da engenharia de comunicações, e de

um modo geral podem ser abstraídos pelo esquema da figura 1, baseado no diagrama originalmente apresentado em Shannon (1948), que representa a estrutura básica de um sistema de comunicação de mensagens.

Figura 1 - Sistema de comunicação



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Shannon (1948).

### 3 O SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

Um sistema de comunicação genericamente compreende os componentes apresentados na figura 1. A fonte produz mensagens que devem ser transmitidas até o local onde serão utilizadas pelo seu destinatário. As mensagens podem ser de diversas naturezas: sinais, texto, áudio, vídeo, multimídia, dados, etc. A teoria de Shannon abstrai as mensagens separando-as de suas naturezas físicas, ao considerar que, em última instância, quaisquer que sejam essas naturezas, as mensagens podem ser descritas por sequências de símbolos de algum alfabeto adequado, que denominou *alfabeto de fonte*.

O processo de transmissão se dá através do chamado *canal de comunicação*, que é o meio ou dispositivo pelo qual as mensagens são enviadas da fonte ao seu destino. Nesse processo poderão ocorrer perdas e alterações devidas a ruído, resultando em uma mensagem recebida que não mais seria idêntica à mensagem originalmente produzida pela fonte. Uma primeira questão que então se colocou aos engenheiros de comunicações foi: como projetar um sistema de comunicação de modo que as mensagens recebidas no destino cheguem com um mínimo de perdas e ruído? O trabalho publicado por Shannon (1948) tratou justamente do arcabouço conceitual, formal e metodológico que fundamenta essa atividade de projeto de siste-

mas de comunicação, por exemplo, os empregados em telefonia, rádio e televisão.

A fonte emissora de mensagens corresponde a algum processo, fenômeno, dispositivo ou entidade capaz de produzir mensagens. O utilizador, destinatário das mensagens, é o dispositivo ou a entidade, a que se destinam as mensagens.

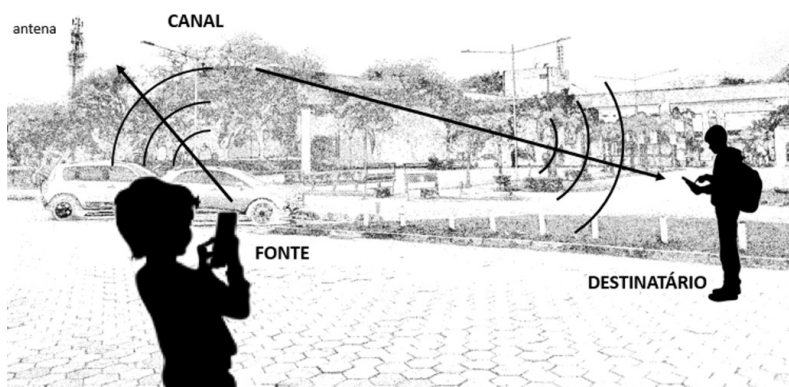
O objeto central da teoria de Shannon é a *mensagem*, sendo a informação uma propriedade que ela apresenta. A fonte de mensagens e o destinatário das mesmas encontram-se em locais distintos, que podem estar separados por grandes distâncias. Por exemplo, nos dias de hoje consegue-se comunicar com satélites que se encontram a distâncias que vão além do sistema solar. Espera-se, portanto, que após vencer tais distâncias, as mensagens transmitidas chegariam muito atenuadas, eventualmente distorcidas e com ruído. Poder-se-ia em princípio supor que se o destinatário se encontrasse no mesmo local da fonte, possivelmente sua interpretação da mensagem seria diferente daquela que teria se estivesse no outro extremo, neste caso por conta da distorção e ruído que a mensagem poderia apresentar. Esse contraste entre essas duas situações ilustra o problema genérico a ser resolvido pela engenharia de comunicação. A solução desenvolvida por Shannon (1948) prescreveu que em um sistema de comunicação genérico, esquematizado na figura 1, os dois subsistemas situados nos extremos do canal de comunicação, nomeadamente o *transmissor* e o *receptor*, seriam as instâncias responsáveis por garantir que a mensagem gerada pela fonte possa ser reproduzida no extremo onde se encontra o destinatário, de maneira idêntica, ou aproximadamente, segundo um pré-determinado critério de qualidade.

Na aplicação original de Shannon, no cenário da Segunda Guerra Mundial, havia o problema adicional da segurança e privacidade: a mensagem deveria ser criptografada de modo a manter-se seu sigilo entre a fonte e o destinatário. Questões similares ocorrem atualmente, por exemplo, no caso das redes de comunicação por onde trafegam simultaneamente diversas mensagens originadas por diferentes fontes e dirigidas a destinatários distintos, requerendo-se algum tipo de sigilo também protegido por esquemas de criptografia combinados entre as diversas partes comunicantes.

Nesses casos, também são tarefas do transmissor e do receptor, respectivamente, cifrar e decifrar a mensagem através das chaves de criptografia combinadas entre a origem e o destino.

A figura 2 ilustra de modo pictórico a situação esquematizada na figura 1, tendo-se como exemplo a comunicação via telefonia celular, como um caso em que tipicamente vários tipos de mensagens são transmitidos entre diversas fontes e destinatários, como áudio, vídeo, multimídia, dados, etc.

Figura 2 – Exemplo de sistema de comunicação: telefonia celular.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O telefone celular ao enviar uma mensagem, faz o papel de fonte, e a antena da estação de base da célula mais próxima é o primeiro receptor. Em seguida, a estação age como transmissor e retransmite o sinal para a estação mais próxima na sequência, ao longo do caminho que leva até a célula onde se encontra o destinatário final da mensagem, um outro telefone celular, onde se encontra o receptor final. Na figura 2, a fonte e o destinatário estão na mesma célula, apenas para simplificar o exemplo.

O tratamento teórico que separa a forma e o conteúdo da mensagem foi o aspecto-chave que promoveu o avanço metodológico da engenharia de comunicações. Os precursores de Shannon já preconizavam esse princípio, como sendo a maneira adequada de tratar o problema da transmissão

de mensagens arbitrárias através de um mesmo sistema de comunicação. O projeto das características desse sistema não deveria depender de aspectos específicos de cada mensagem, mas apenas de aspectos comuns a todas elas. Sob esse ponto de vista, tal como o fizeram Shannon (1948) e seus precursores, Nyquist (1924) e Hartley (1928), o conteúdo das mensagens apresenta-se como aspecto a ser evitado pela metodologia de projeto. Como o conteúdo de uma dada mensagem pode ser interpretado por diferentes destinatários de maneiras também diversas, resulta que o processo de interpretação é dependente da mensagem, fato que inviabiliza sua consideração no projeto de um sistema que em princípio deve se comportar igualmente para todas elas, sem privilegiar este ou aquele tipo de mensagem. Quanto à forma, o caso é diferente, pois em geral diferentes mensagens usualmente seguem um mesmo esquema ou princípio de geração pela fonte. Por exemplo, se as mensagens forem textuais, então serão geradas em um dado idioma, seguindo as regras sintáticas da linguagem correspondente. Se forem imagens, elas se apresentarão de acordo com os padrões de construção das câmeras de vídeo empregadas para produzi-las. E assim por diante, levando-se a concluir que a geração de mensagens pela fonte pode ser descrita de modo independente das mensagens específicas, seguindo regras de representação padronizadas. A possibilidade de empregar-se tal esquema de descrição da forma das mensagens, independente de seus conteúdos, constitui o princípio básico que norteia a engenharia de comunicações. Na teoria matemática da comunicação proposta por Shannon (1948), tais descrições constituem os *códigos* e o princípio de descrição denomina-se *codificação*. O aspecto “matemático” da teoria enfatizado por Shannon (1948) advém da possibilidade de empregar-se um formalismo matemático para investigar a natureza dos códigos e explorar os aspectos úteis à formulação de uma metodologia aplicável à solução do problema de transmissão de mensagens em processos de comunicação.

#### 4 REPRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

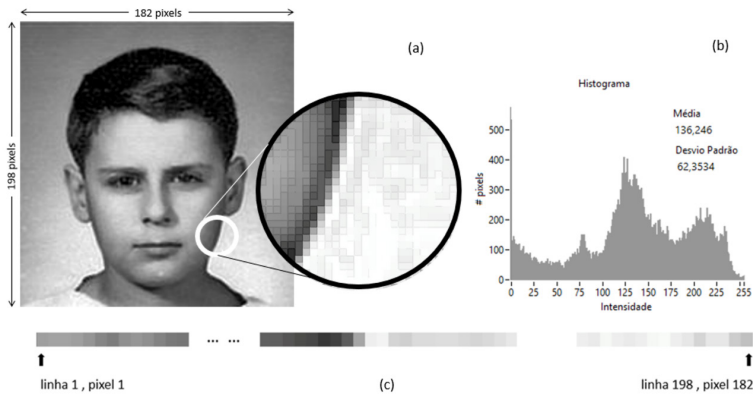
Toda mensagem se apresenta como um conjunto ordenado de símbolos dispostos segundo uma maneira específica que a determina. Esses símbolos são obtidos de um conjunto, dito *alfabeto*, uma coleção pré-de-

terminada contendo todos os símbolos que podem ser usados para se construir as mensagens que uma dada fonte pode gerar. Por exemplo, uma mensagem na forma de texto escrito usando-se português, empregará o alfabeto composto pelas letras e demais caracteres necessários do idioma (maiúsculas, minúsculas, acentos, pontuações, espaços, caracteres numéricos, etc.). Se a mensagem for escrita usando-se outras línguas, os respectivos alfabetos poderão ser diferentes, empregarão os caracteres válidos naquele idioma (por exemplo, caracteres gregos, árabes, hebraicos, japoneses, etc.). Se a mensagem for uma fotografia, ela será composta de pixels em vez de caracteres. Por exemplo, suponhamos que o que se deseja transmitir seja uma imagem fotografada com a câmera de um telefone celular. A imagem consistirá em um retângulo preenchido pelos pontos de diferentes colorações, os *pixels*<sup>1</sup>, organizados segundo uma matriz cujas linhas e colunas se estendem segundo as dimensões desse retângulo. A mensagem transmitida quando se compartilha essa imagem conterá uma sequência formada por esses pixels, enfileirando-se as linhas dessa matriz uma após a outra, conforme ilustrado na figura 3, tomando-se como exemplo uma imagem monocromática. Cada pixel corresponde a um símbolo selecionado de um conjunto contendo todas as tonalidades de cinza, desde completamente escuro (preto) até completamente claro (branco). Cada diferente tom de cinza representa uma intensidade proporcional à quantidade de luz que incidiu no correspondente ponto do sensor da câmera fotográfica. O conjunto de todos os tons de cinza que os pixels puderem apresentar entre esses extremos constitui o “alfabeto” para produzir as mensagens na forma de imagens monocromáticas.

---

<sup>1</sup> *Pixel*, do inglês **picture element**, elemento de figura.

Figura 3 – Fotografia monocromática<sup>2</sup>



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em suma, toda fonte gera suas mensagens a partir de algum *alfabeto* de símbolos, então denominado *alfabeto de fonte*. Nota-se então que cada tipo de mensagem pode corresponder a um tipo de alfabeto completamente diferente do outro. Uma mensagem de texto contém caracteres, enquanto que uma imagem contém pixels. Uma mensagem de fac-símile (fax) contém texto e imagens, portanto requer uma forma de representação que dê conta dos dois tipos anteriores simultaneamente. Uma mensagem telegráfica usando código Morse apresenta traços, pontos e espaços vazios. Uma mensagem contendo fala será composta de fonemas, ou elementos de fala. O primeiro passo, então, para construir-se uma teoria geral que dê conta de todos os tipos de mensagens consistiu, portanto, em buscar uma forma universal de representação que seja válida para todas elas. O dito método de *representação universal* da informação, conforme já dissemos, consiste em produzir, a partir da representação original, uma *representação*

<sup>2</sup> a) imagem de tamanho 182 pixels na largura x 198 pixels na altura. Cada pixel está representado por um tom de cinza de valores compreendidos entre 0 (preto) e 255 (branco). O detalhe no círculo ampliado permite ver os pixels realçados nessa região. b) O histograma apresenta a distribuição dos valores dos tons de cinza (intensidade) nos pixels: mostra a quantidade de pixels para cada intensidade. São exibidos também o valor médio da intensidade e seu desvio-padrão. c) Na parte inferior da figura, apresenta-se a imagem organizada como uma longa sequência de  $182 \times 198 = 36036$  pixels enfileirados, que pode ser vista como uma mensagem tendo como símbolos os tons de cinza.

*binária* da mensagem. Ou seja, os caracteres, fonemas, pixels, etc., devem ser representados por números binários.

Por que uma representação binária? A razão é puramente prática: é convenientemente fácil de ser realizada fisicamente e mais simples de ser manipulada formalmente. A representação binária pode ser genericamente considerada da seguinte forma: utiliza um alfabeto contendo apenas dois símbolos diferentes. Pode-se dar diferentes interpretações a esses símbolos, tais como {falso, verdadeiro} em um contexto de lógica, {0, 1} em um contexto de aritmética, e ainda, {desligado, ligado} em um contexto de circuitos eletrônicos<sup>3</sup>, e assim por diante, há diversos outros contextos equivalentes. Entretanto, todas essas interpretações podem ser abstraídas simplesmente por um conjunto de dois símbolos distintos. Ao se representar os elementos de outros alfabetos não-binários traduzindo-os para representações binárias, todas as mensagens passariam a ser, em última instância, mensagens binárias. Isso permite tratar todas as mensagens do ponto de vista de sua forma usando-se sequências de símbolos binários. Como consequência, os requisitos, processos, enfim todas as questões envolvidas na comunicação de mensagens podem ser estudadas usando-se matemática com números binários, lógica booleana e circuitos e sistemas digitais. Shannon desenvolveu essa visão em seu trabalho de mestrado no MIT (Nahin, 2013).

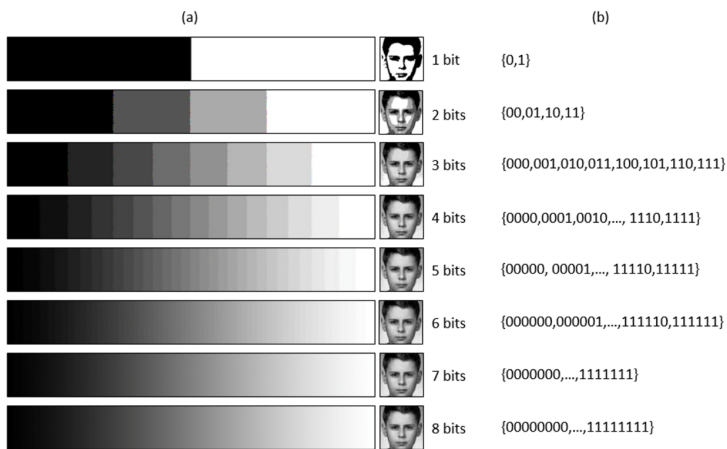
Como primeiro exemplo, consideremos a representação binária de imagens monocromáticas. Uma imagem em preto-e-branco é representável com apenas 1 bit<sup>4</sup> por pixel, convencionando-se o valor zero do bit como sendo preto e o valor 1 como branco. Nesse caso, o chamado alfabeto de fonte consiste em um conjunto com dois elementos apenas: {0, 1}. Imagens com mais tons de cinza requerem mais bits por pixel. Por exemplo, usando-se 2 bits por pixel é possível construir um conjunto de quatro valores numéricos binários: {00, 01, 10, 11} que, nesse caso poderão indicar 4 tons de cinza possíveis, de totalmente escuro a totalmente claro, passando por duas tonalidades intermediárias, resultando em um

<sup>3</sup> {Transistor não conduzindo, conduzindo}, {chave fechada, aberta}, {tensão nula, não nula}, etc.

<sup>4</sup> Bit – dígito binário (do inglês *binary digit*). Rioul (2021, p. 49) sugere que Shannon introduziu a palavra bit, mas conceituando-a como unidade binária (*binary unit*).

alfabeto de fonte com 4 símbolos possíveis. A figura 4 ilustra como isso se dá para diversas quantidades de bits por pixel. Na figura 4, tomou-se um recorte de tamanho 128 x 128 pixels da fotografia mostrada na figura 3 e apresentou-se esse detalhe representando os tons de cinza originais usando-se diferentes profundidades em bits em cada caso. A profundidade indica a quantidade de bits utilizada para representar cada tom de cinza contido no alfabeto de tons empregado para representar a imagem. A profundidade original na figura 3 era 8 bits, e na sequência da figura 4 representou-se os mesmos pixels usando-se 8 bits, 7 bits, 6 bits, e assim por diante, até 1 bit de profundidade por pixel. Note que poucas diferenças podem ser percebidas na qualidade de uma imagem para a outra na figura 4 desde a profundidade de 8 bits/pixel até a de 5 bits/pixel. Abaixo de 4 bits/pixel, consegue-se notar a perda de detalhes no conteúdo da imagem.

Figura 4 – Codificação binária de escalas de tons de cinza<sup>5</sup>



Fonte: Elaborada pelo autor.

A cadeia de bits que representa cada pixel denomina-se *palavra de código* (*code word*) e o processo de representação chama-se *codificação*. A

<sup>5</sup> a) A coluna à esquerda apresenta os alfabetos de símbolos constituídos pelos tons de cinza para cada profundidade de código adotada. b) A coluna à direita apresenta sumariamente os códigos correspondentes aos símbolos de cada alfabeto, utilizando cadeias de n bits, com n variando de 1 a 8 bits como palavra de código. Cada imagem de 128 x 128 pixels mostrada constitui um exemplar de mensagem construída com o correspondente alfabeto à sua esquerda.

cada pixel corresponde uma palavra de código, e a imagem como um todo resultará em uma mensagem composta pela justaposição sequencial das palavras de código, como mostrado na figura 3 (c). Quanto menos bits/pixel forem empregados, tanto menor o tamanho da sequência total de bits a ser transmitida quando se compartilhar uma imagem pela rede de comunicações. Entretanto, se diminuirmos muito essa profundidade de bits/pixel, pode ocorrer perda na qualidade da imagem representada. Um dos problemas associados a essa questão é justamente esse, o da chamada *eficiência de codificação*, que consiste em determinar o tamanho ótimo em bits/pixel da cadeia de bits usada nas palavras de código para se representar a imagem sem perda de qualidade.

Um esquema similar de representação utilizando-se cadeias de bits como palavras de código pode ser utilizado para mensagens de texto, representando-se cada letra do alfabeto de um dado idioma por uma cadeia de bits, sendo que o tamanho dessa cadeia dependerá de quantas letras existem no alfabeto daquele idioma. Um padrão para representação de textos popularmente bastante conhecido é o ASCII<sup>6</sup>. Sob o ASCII cada caracter de texto corresponde a uma cadeia de 7 bits e são especificados ao todo 128 caracteres – letras do alfabeto do idioma Inglês, números, pontuações, espaços e outros caracteres que não podem ser impressos ou exibidos visualmente, como por exemplo o caracter codificado por 000 0111 (BELL), que corresponde à emissão de uma indicação sonora. A letra maiúscula “A” por exemplo é 100 0001, enquanto sua versão minúscula “a” é 110 0001.<sup>7</sup>

Nos casos de outros tipos de mensagens, inclusive as mensagens oriundas de sinais contínuos, como áudio (música, fala, sons), sempre será possível encontrar-se um sistema de representação que utilize algum alfabeto formado por cadeias de bits. As cadeias de bits que representam os símbolos que constituem as mensagens geradas pela fonte denominam-se *código de fonte*. A quantidade de bits por símbolo denomina-se *comprimento de código*. Esse comprimento, em número de bits/símbolo, depende da quantidade de símbolos presentes no alfabeto de fonte. Esse esquema denominado código de fonte, permite representar as mensagens geradas

<sup>6</sup> American Standard Code for Information Interchange, padrão celebrado em 1963.

<sup>7</sup> Para mais detalhes, consultar por exemplo os artigos “ASCII” e “Character encoding” na Wikipedia.

pela fonte de um modo universalmente aplicável a qualquer tipo de mensagem (áudio, vídeo, multimídia, sinais, dados, etc.). Mensagens de todos esses tipos consistirão, portanto, em sequências de cadeias de bits, isto é, serão sequências binárias, todas elas. Cada uma dessas sequências constitui uma descrição da mensagem correspondente, isto é, de sua forma, sem se considerar seu conteúdo.

Prosseguindo-se na linha de raciocínio de Shannon, essas sequências binárias são representações das mensagens geradas pela fonte, e em última instância constituem aquilo que deve ser transmitido pelo canal e que se espera reconstruir de modo exato ou aproximado de acordo com um critério, conforme propôs Shannon (1948). Em outras palavras, garantindo-se a preservação da forma, o conteúdo de cada mensagem também será mantido. A estratégia proposta por Shannon (1948) para preservar a forma consistiu então em transformar a descrição da mensagem obtida da codificação de fonte, para uma nova forma denominada *código de canal*, a ser utilizada na transmissão através do canal de comunicação. O código de canal é produzido por um processo de codificação efetuado no dispositivo transmissor (vide figura 1), produzindo uma mensagem codificada que é transmitida até o outro extremo do canal de comunicação, onde se encontra o dispositivo receptor (vide figura 1), o qual recupera a mensagem original através de um processo de *decodificação*, que é o inverso da codificação. O objetivo de Shannon (1948) então foi determinar matematicamente as leis que fundamentam a metodologia que serviria de base para construir os diversos métodos de codificação. Essas leis são de natureza probabilística e dependem de uma medida de informação proposta por Shannon (1948), como mostraremos mais adiante. Antes, porém, vale a pena salientar alguns aspectos que ajudam a apreciar a complexidade dessa metodologia. Há três tipos de codificação envolvidos em um sistema de comunicação:

**Codificação de fonte** - Em primeiro lugar, há a questão de qual é o tamanho da palavra de código a ser empregada na codificação de canal. Shannon (1948) observou que a eficiência de transmissão, dada pela capacidade do canal para transmitir mais ou menos mensagens por segundo, decresce com o aumento da palavra de código.

Entretanto, há um limite para a redução do comprimento de código de fonte sem perder a fidelidade em descrever as mensagens. Seria desejável, portanto, determinar-se o valor ótimo do comprimento de código.

**Codificação de canal** - Em segundo lugar, a presença de ruído aleatório no canal tende a alterar as características estatísticas da transmissão, acarretando erros de estimação no processo de decodificação pelo receptor. O expediente proposto por Shannon (1948) consistiu então em adotar um processo de codificação de canal pelo transmissor que envolvesse acrescentar redundâncias às mensagens, de modo a facilitar a detecção e correção de erros de transmissão. A questão complicada reside em saber quanto de redundância é requerido e como ela deve ser aplicada. Conforme Shannon demonstrou, essas questões dependem das estatísticas da fonte e do ruído.

**Codificação criptográfica** - Finalmente, há ainda a questão da privacidade da transmissão. Se a mensagem contiver informações sigilosas, haverá também necessidade de se introduzir mais um esquema de codificação adicional, empregando criptografia. Entretanto, esse aspecto, embora presente no contexto em que Shannon desenvolveu sua teoria, não altera os aspectos essenciais da mesma. De fato, embora muitos suponham que a teoria de Shannon surgiu em consequência de uma necessidade em Criptografia, essa relação ocorreu aparentemente porque durante o desenvolvimento de sua teoria, Shannon trabalhava envolvido com uma demanda gerada pelo contexto decorrente da Segunda Guerra Mundial, o qual requeria o emprego eficiente de criptografia. Todavia, a parte essencial de sua Teoria Matemática da Comunicação foi desenvolvida sem necessitar de qualquer referência ou dependência em relação à criptografia, concentrando-se apenas na questão da transmissão robusta e eficiente das mensagens (Guizzo, 2003, p. 23).

No que se segue, faremos considerações apenas sobre primeiro tipo, a codificação de fonte, pois ela já será suficiente para introduzir o con-

ceito que é nosso objetivo central, a dita informação de Shannon, que de fato constitui uma medida de quantidade de informação, por ele proposta. Recomendamos ao leitor interessado algumas referências para os demais casos – por exemplo, Shannon (1948, 1953, 1956, 1984), Van Der Lubbe (1988), Blahut (2002), Cover e Thomas (2006) e Harremoës e Topsøe (2008).

## 5 ESTATÍSTICA DA FONTE

A linha de raciocínio desenvolvida por Shannon (1948) parte da admissão de que uma fonte de mensagens é um dispositivo ou mecanismo que gera mensagens que consistem em sequências de símbolos selecionados de um conjunto denominado *alfabeto de fonte*, de acordo com as frequências relativas com que esses símbolos aparecem no conjunto de possíveis mensagens. Essa ideia de *seleção de símbolos* é similar ao procedimento executado em tipografia arcaica, em que o tipógrafo selecionava de uma caixa de tipos cada letra que iria compor as palavras do texto a ser impresso. Na caixa de tipos, o tipógrafo encontrava tipos repetidos das mesmas letras, que se repetiam em quantidades que dependiam da frequência com que cada letra costuma aparecer em textos típicos em um dado idioma. Por exemplo, considere a seguinte frase em Português: *“A brisa quente ativou sua memória e o sal do mar lhe lembrava aquela que o salvou de um destino incerto ao naufragar.”*

Nessa frase, tomada ao acaso, nota-se que a letra “a” aparece com frequência maior que as demais, bem como as vogais também têm presença relativamente mais frequente. Por essa razão, o tipógrafo que imprimia textos em português deveria dispor de uma quantidade maior de tipos repetidos de vogais, particularmente da letra “a”. Para outros idiomas espera-se outras proporções relativas entre os diversos tipos disponíveis. Analogamente, a seleção de símbolos de um alfabeto de fonte ocorrerá com diferentes frequências relativas, conforme o símbolo e conforme a fonte de mensagens. Por exemplo, símbolos matemáticos ocorrem com frequências nitidamente distintas se comparadas às das letras.

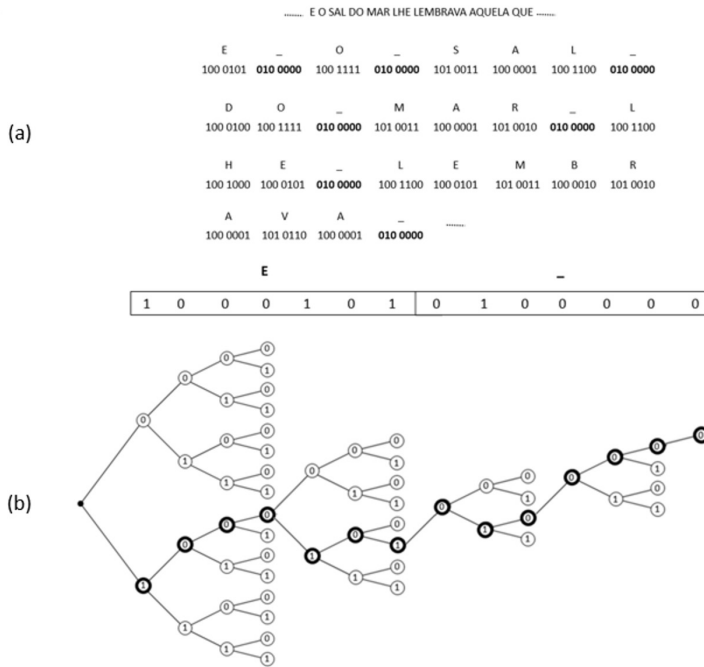
No caso das imagens, como as da figura 3 que é monocromática, a caixa de tipos usada por um tipógrafo que fosse compor a imagem pixel a pixel, teria como caixa de tipos a paleta de tons de cinza. A quantidade de tipos diferentes dependerá de quantos bits de profundidade são usados na cadeia de bits de cada pixel, para representar as intensidades luminosas nesse pixel, como mostrado nos exemplos da figura 4. Se a imagem for preto-e-branco, isto é, com a profundidade de 1 bit/pixel, haverá apenas 2 possibilidades, isto é  $\{0, 1\}$ . Se a profundidade for 2 bits/pixel, então teremos  $2 \times 2 = 2^2 = 4$  possibilidades, isto é  $\{00, 01, 10, 11\}$ , ou 4 tons de cinza. Para 3 bits/pixel, teremos  $2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$  tons, isto é,  $\{000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111\}$ . E assim por diante, podemos inferir que, para profundidade de  $n$  bits/pixel, a paleta de tons de cinza terá  $2^n$  símbolos. Ou seja, o número de elementos do alfabeto binário cresce exponencialmente com o tamanho  $n$  em bits da cadeia de código empregada para cada símbolo. Pode-se dizer, então, que a *quantidade de seleções* que o tipógrafo terá de fazer *cresce exponencialmente* com o *comprimento da palavra de código* empregada na codificação dos tons de cinza dos pixels.

No caso de mensagens de texto, ilustremos com a frase do exemplo anterior representada com codificação em ASCII. Na figura 5 (a), apresentamos um trecho daquela frase codificado em ASCII.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Para entender melhor, basta tomar uma tabela de código ASCII e consultar qual a cadeia de bits que forma a palavra de código para cada letra do alfabeto e compor a frase.

Figura 5 – Codificação de uma mensagem em ASCII<sup>9</sup>



Fonte: Elaborada pelo autor.

A frase representada em ASCII corresponde a uma longa cadeia de números binários, isto é, 0s e 1s concatenados em sequência. Para cada posição dessa sequência que compõe a mensagem representada em binário, o tipógrafo tem de fazer uma seleção entre um dos dois símbolos binários, isto é,  $\{0, 1\}$ , disponíveis no alfabeto. Considerando-se todas as mensagens que o tipógrafo poderia construir com os símbolos binários, há dois símbolos binários, 0 ou 1, possíveis para a seleção na primeira posição da cadeia. Para cada uma dessas duas possibilidades, ele poderia fazer uma nova seleção entre os dois símbolos 0 ou 1 para a posição seguinte, e assim

<sup>9</sup> a) Trecho da frase do exemplo, apresentando-se abaixo as palavras de código binário em ASCII para cada letra da frase, com os espaços destacados em negrito. b) Árvore de seleções binárias dos bits das palavras de código dos dois primeiros caracteres da frase exemplificada ("E" e "espaço"). As seleções destacadas correspondem aos bits que compõem as palavras de código 1000101 (E) e 0100000 (espaço). Esse conjunto de seleções forma um "caminho" composto pelos ramos da árvore de seleções, correspondente à específica sequência de seleções para os dois caracteres dessa mensagem.

por diante, dobrando-se o número total de possibilidades nas seleções a cada passo, como mostrado na figura 5 (b). Portanto, se a mensagem total tiver **m** caracteres, cada um codificado com uma cadeia de comprimento **n** bits/caracter, serão necessárias  $m \times n$  seleções para compor a mensagem. Consequentemente, o número total de sequências possíveis com  $n \times m$  seleções será  $2^{n \times m}$ . Para se ter uma ideia do quão grande pode ser esse número, note-se que no caso do exemplo da figura 5 a frase contém  $m = 28$  caracteres de  $n = 7$  bits, resultando  $m \times n = 28 \times 7 = 196$  seleções. Isso corresponde a uma árvore de seleções binárias com 196 bifurcações de ramos, isto é, pode-se construir  $2^{196} = 10^{59}$  sequências possíveis!<sup>10</sup> Dentre todas essas sequências, apenas uma corresponde exatamente à frase exemplificada. Em grande maioria, muitas das sequências possíveis sequer farão sentido.

Fazendo-se um cálculo semelhante para as imagens da figura 4, tomemos uma delas para exemplificar, o caso da imagem de preto-e-branco. Essa imagem é quadrada e com 128 linhas e 128 colunas, portanto apresenta  $m = 128 \times 128 = 16384$  pixels, cada um com  $n = 2$  bits/pixel. Serão então necessárias  $m \times n = 16384 \times 2 = 32768$  seleções, resultando em  $2^{m \times n} = 2^{32768}$  as sequências possíveis, cada uma correspondendo a uma imagem diferente. Apenas uma dessas constituirá exatamente a imagem em preto-e-branco com o rosto mostrado. Mudando-se apenas um bit dessa sequência, altera-se a imagem. Muitas dessas sequências sequer corresponderão a imagens inteligíveis, tal como no caso do exemplo de mensagem de texto.

O processo de codificação binária consiste, pois, em prover as seleções necessárias para gerar a sequência que corresponde à representação da mensagem codificada na forma binária. O número de seleções requerido será, portanto,  $m \times n$ , sendo  $m$  a quantidade de caracteres em símbolos do alfabeto original da fonte e  $n$  o comprimento da palavra de código a ser utilizada.<sup>11</sup>

Embora o número de possíveis sequências, correspondente às  $m \times n$  seleções, seja astronomicamente elevado conforme mostramos, nem todas

<sup>10</sup> A base 2 na potenciação se deve à seleção ser binária, isto é, escolher de um alfabeto de 2 símbolos, 0 e 1, no caso. Se o alfabeto tivesse  $p$  símbolos, a base seria  $p$ , e o número de possibilidades seria  $p^{m \times n}$ .

<sup>11</sup> No caso de codificação em ASCII,  $n = 7$  bits. No caso das imagens,  $n =$  profundidade em bits/pixel.

elas resultam em mensagens inteligíveis. Só farão sentido aquelas que corresponderem a sentenças válidas em uma dada linguagem, ou generalizando-se, composições de símbolos válidas de acordo o tipo de mensagem (texto, imagem, música, fala, dados, etc.). Esse fato foi explorado por Shannon em sua teoria (Shannon, 1948). Cada uma das seleções corresponde a uma sequência de ramos de uma árvore binária, como mostrado na figura 5 (b). Os caminhos escolhidos na árvore de seleções que correspondem a mensagens inteligíveis não são equiprováveis. A probabilidade de cada caminho desses depende da frequência de ocorrência dos caracteres nas mensagens. Essas frequências dependem do idioma considerado, no caso de mensagens de texto, em função do uso das letras, de suas relações entre letras vizinhas na palavra, das relações entre palavras vizinhas em uma sentença e do estilo de composição adotado por quem produziu o texto. No caso das imagens monocromáticas, os símbolos são os tons de cinza, e suas ocorrências dependem da maneira como a luz é espalhada pelas superfícies dos objetos existentes na natureza, e de como ela se propagou e projetou-se sobre o sensor da câmera, formando a imagem. Para outras modalidades de mensagens, como imagens coloridas, ou vídeo contendo movimento, ou música, fala, etc., diferentes mecanismos e relações determinarão as probabilidades que cada mensagem apresenta dentre o número de possíveis sequências de símbolos selecionados para construí-la. Shannon (1948) considerou a importância desse fato e incorporou à sua formulação a necessidade de se considerar a estatística das mensagens da fonte como elemento essencial para se construir uma teoria que lhe permitisse determinar estratégias ótimas de codificação, e caracterizar os parâmetros que definem a eficiência da transmissão e a possibilidade de reconstrução das mensagens pelo receptor com exatidão ou aproximação especificada a priori.

Em seu artigo de 1948, Shannon colocou em evidência a importância da modelagem estatística da fonte em relação à geração de mensagens e esse foi um dos pontos revolucionários e notadamente inovadores em sua teoria (Rioul, 2021). Ralph Hartley foi um dos precursores da teoria da informação, todavia ele considerou os símbolos sucessivos em uma mensagem como produzidos de modo equiprovável (Hartley, 1928), ao passo que Shannon (1948) enfatizou e empregou intensivamente as diferenças

no comportamento estatístico dos símbolos nas mensagens. Para Shannon, as diferenças nas probabilidades de ocorrência de cada símbolo constituíram uma oportunidade para se propor o uso de métodos de codificação empregando palavras de códigos com tamanhos diferentes. Em sua proposta (Shannon, 1948), símbolos mais frequentes requerem menos bits/símbolo em sua representação, do que os menos frequentes. Em seu raciocínio, o processo de decodificação, que reconstrói a mensagem original a partir de sua versão codificada, teria maior facilidade em estimar símbolos mais frequentes que na estimação de símbolos mais incomuns, baseando-o nessas probabilidades.

Como ilustração da estratégia, Shannon (1948) propôs uma analogia entre um processo de decodificação de uma mensagem de texto com um outro processo, o de geração de sequências de caracteres simuladas, seguindo certas regras de formação. Ele apresentou alguns exemplos, simulando inicialmente sequências produzidas de forma totalmente aleatória, e progressivamente introduzindo restrições baseadas nas probabilidades de ocorrência dos caracteres de texto em língua inglesa. Para estas, partiu de sequências contendo apenas monogramas – letras ocorrendo independentemente umas das outras, considerando apenas suas frequências típicas no idioma. Nos demais exemplos, considerou digramas (pares de letras em sequência correlacionadas), trigramas (sequências de três letras correlacionadas) e de palavras geradas com base em aproximações de diferentes ordens de correlação, com estatísticas características do idioma inglês. Nota-se em seus exemplos, aqui reproduzidos na figura 6, que a ocorrência dos caracteres reflete esses aspectos de organização (Shannon, 1948), apontando para a importância de se modelar estatisticamente as fontes de mensagens de modo a extrair medidas que melhor especifiquem os esquemas de codificação a serem empregados nos sistemas de comunicação. Em Shannon (1948) encontram-se descritos os processos pelos quais essas sequências foram geradas.

Figura 6 – Sequências de caracteres produzidas por Shannon a partir de amostras obtidas aleatoriamente de textos escritos em idioma inglês<sup>12</sup>

- a) XFOML RXKHRJFFJUJ ZLPWCFWKCYJ FFJEYVKCQSGHYD QPAAMKBZAACIBZL- HJQD
- b) OCRO HLI RGWR NMIELWIS EU LL NBNESBYA TH EEI ALHENTHTPA OOBTTVA NAH BRL
- c) ON IE ANTSOUTINYS ARE T INCTORE ST BE S DEAMY ACHIN D ILONASIVE TUOOOWE AT TEASONARE FUSO TIZIN ANDY TOBE SEACE CTISBE.
- d) IN NO IST LAT WHEY CRATICT FROURE BIRS GROCID PONDENOME OF DEMONSTURES OF THE REPTAGIN IS REGOACTIONA OF CRE.
- e) REPRESENTING AND SPEEDILY IS AN GOOD APT OR COME CAN DIFFERENT NATURAL HERE HE THE A IN CAME THE TO OF TO EXPERT GRAY COME TO FURNISHES THE LINE MESSAGE HAD BE THESE
- f) THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED

Fonte: Shannon, (1948, p. 388).

Na figura 6 nota-se que quanto maior a ordem de aproximação do modelo, tanto mais a sequência se aproxima de um texto regular escrito em língua inglesa. Na proposta de Shannon (1948), a estratégia de decodificação empregaria essas probabilidades de ocorrência, que podem ser medidas a priori. A ideia seria representar os caracteres por palavras de código de diferentes comprimentos, determinados em função das probabilidades com que ocorrem, de modo que caracteres mais comuns e, portanto, mais frequentes, seriam codificados com cadeias menores, ao passo que os caracteres mais raros usariam cadeias maiores.<sup>13</sup> Sua hipótese era que as cadeias menores seriam mais fáceis de se estimar em função dessas probabilidades,

<sup>12</sup> Cada sequência representa um tipo diferente de correlação longitudinal. Em (a), tem-se um modelo de ordem zero, isto é, os caracteres são gerados aleatoriamente sem nenhuma correlação, como eventos independentes e de mesma probabilidade de ocorrência. Em (b), tem-se um modelo de primeira ordem, também independentes, porém com probabilidades de ocorrência típica do idioma inglês. Em (c), um modelo de segunda ordem, com digramas de frequências estatísticas características do inglês. Em (d), modelo de terceira ordem, com as mesmas características, mas para trigramas. Em (e) tem-se um modelo de primeira ordem para palavras, e em (f) modelo de segunda ordem para palavras de língua inglesa (Shannon, 1948).

<sup>13</sup> Esse processo denomina-se *codificação de fonte*.

ao passo que as cadeias maiores poderiam ser consideradas exceções, tratadas com cuidados extras. Tal expediente adicional seria engenhosamente embutido no próprio código empregado, que incluiria bits indicadores ou redundâncias, que serviriam de dicas para o processo de decodificação, o qual faria seleções parametrizadas pelas probabilidades de ocorrência, condicionadas pela detecção desses indicadores.<sup>14</sup> Essa proposta apoiou-se no emprego de uma grandeza que Shannon (1948) definiu, denominada *quantidade de informação*.

## 6 MEDIDA DA INFORMAÇÃO

Como mencionado anteriormente, as mensagens são constituídas por caracteres, ou símbolos, selecionados a partir de um alfabeto de fonte. Na comunicação animal (incluindo-se a humana) tais símbolos são distinguíveis pela percepção, devido a características detectáveis em suas apresentações físicas. Entretanto, em uma abordagem formal como a de Shannon, as descrições dos símbolos devem advir de uma forma de representação adequada para seu tratamento técnico e o emprego de um código baseado em cadeias binárias mostra-se muito prático. Todavia, uma questão ainda a ser respondida era “quais os comprimentos das cadeias binárias requeridas para descrever-se cada símbolo do alfabeto de fonte?”.

Nyquist (1924) e Hartley (1928) responderam essa questão anteriormente a Shannon, e consideraram que um símbolo, tratado como um objeto ordinário, pode ser discriminado a partir de seleções de atributos descritivos que os caracterizem e, portanto, o conjunto dessas seleções constituiria sua descrição. Se tais atributos forem passíveis de escolhas binárias, isto é, do tipo “ausente/presente” ou “não é/é”<sup>15</sup>, abstratamente representáveis por seleções entre 0 e 1, o conjunto das seleções que descrevem um caracter constitui um caminho formado por ramos concatenados sequencialmente ao longo de uma árvore binária. O comprimento desse caminho, que corresponde ao número *n* de níveis de bifurcação da árvore,

<sup>14</sup> Tais processos duais denominam-se *codificação e decodificação de canal*. Para mais detalhes, consultar Shannon (1948), Van Der Lubbe (1988), Blahut (2002) e Cover e Thomas (2006).

<sup>15</sup> Como nos jogos de brincadeira do tipo “o que é, o que é” (em países de língua inglesa conhecidos como *Twenty-questions games*).

será também o comprimento da cadeia de seleções, a chamada *palavra de código*, que descreve o símbolo do alfabeto de fonte. No caso do código ASCII, esse comprimento de código é de 7 bits/caracter, como ilustrado na figura 5 para os caracteres correspondentes à letra “E” e ao espaço que aparecem em sequência no início desse exemplo. Entretanto, para se responder à questão colocada no parágrafo anterior, é necessário conhecer-se quantos símbolos, ou caracteres, compõem o alfabeto de fonte, valor que denotaremos por  $S$  (de *source*, “fonte”, em inglês). Quanto maior for  $S$ , tanto maior será o número de atributos necessários para distingui-los em um processo de seleção. O alfabeto de símbolos ASCII apresenta número  $S = 128$  caracteres. Para selecionar um dentre esses 128 símbolos, são necessárias 7 seleções, definindo os bits que compõem a palavra de código binário no ASCII. Cada conjunto de 7 seleções seguidas forma um caminho de 7 ramos em sequência em uma árvore binária, como ilustrado na figura 5. Como no caso há  $S = 128$  caracteres no alfabeto, devem haver 128 caminhos possíveis nessa árvore de 7 níveis de bifurcação resultando em um comprimento de código  $n = 7$ . Tal como discutimos na seção anterior, esses dois parâmetros, se relacionam por  $S = 2^n$ , ou seja,  $128 = 2^7$  no caso do ASCII.

Matematicamente, há uma relação exponencial entre  $S$  e  $n$ , ou seja, dado  $n$ , o valor de  $S$  pode ser calculado elevando-se 2 à potência  $n$ . A resposta da pergunta anterior é, portanto, dada pela relação inversa da exponencial, isto é, partindo-se do tamanho  $S$  do alfabeto de fonte, o número  $n$  de seleções requeridas – o comprimento da palavra de código – será dado pelo logaritmo de  $S$  na base 2, ou seja,  $n = \log_2 S$ .<sup>16</sup> Essa foi a resposta dada por Hartley à questão (Hartley, 1928). Entretanto, chega-se a ela, como o fez Hartley (1928), supondo-se que os caminhos formados pelas seleções na árvore têm o mesmo peso no conjunto, isto é, que os caracteres da fonte são *equiprováveis*. Todavia, discutimos na seção anterior, que Shannon argumentou que de fato os caracteres no alfabeto de fonte não são equiprováveis e propôs um método de cálculo diferente.

<sup>16</sup> No caso geral, a base do logaritmo é ligada à quantidade de símbolos presentes no alfabeto para codificar os caracteres da fonte. Para o caso binário, esse alfabeto contém apenas os símbolos {0, 1}, levando a uma seleção binária. Se fossem usados 3 símbolos, ter-se-ia seleções ternárias, e a base seria 3. No caso geral a expressão é  $S = \log_b n$ , sendo  $b$  a base de seleção *b-nária*. Quando se emprega apenas seleção binária, adota-se  $b = 2$  e omite-se esse detalhe, escrevendo-se sumariamente  $S = \log n$ .

Podemos mostrar heurísticamente como considerar as diferentes probabilidades dos caracteres do alfabeto de fonte<sup>17</sup>. Vamos partir da fórmula de Hartley (1928),  $n = \log_2 S$ , e considerar que a probabilidade de a fonte gerar um símbolo qualquer é  $p = 1/S$ , igual para todos os símbolos na hipótese de Hartley de equiprobabilidade dos símbolos. Portanto,  $S = 1/p$ , resultando

$$n = \log_2 (1/p) = -\log_2 p \quad (1)$$

Considerando-se, então, que os símbolos não sejam equiprováveis, e que ocorrem com uma certa probabilidade  $p_i = P(s_i)$  que pode ser diferente para cada  $i$ -ésimo símbolo pertencente ao alfabeto de fonte  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_s\}$ , podemos heurísticamente escrever, de forma análoga ao resultado anterior, da situação equiprovável, que:

$$n_i = -\log_2 (p_i) \quad (2)$$

na qual  $n_i$  representaria um certo comprimento em bits da palavra de código usada para representar o  $i$ -ésimo símbolo  $s_i$ . Seguindo-se a argumentação de Shannon (1948) no caso geral em que a base do logaritmo fosse qualquer, a grandeza  $n_i$  deveria ser interpretada como um comprimento em símbolos de uma base  $b$ -nária, para  $b > 2$ . Entretanto, Shannon (1948) acaba por interpretar essa grandeza como sendo a medida de informação associada ao  $i$ -ésimo símbolo. Todavia, Shannon (1948) não menciona explicitamente esse fato, mas define como medida da informação média da fonte a grandeza

$$H = \sum_i n_i p_i = -\sum_i p_i \log_2 (p_i) \quad (3)$$

---

<sup>17</sup> Além de ser heurístico, nosso raciocínio se aplica para uma situação mais simplificada, em que as ocorrências dos caracteres sejam independentes do estado em que se encontra a fonte. Shannon considerou um caso mais geral (Shannon, 1948, p. 13).

que de fato corresponde à expressão do valor médio da grandeza  $n_i$ , para um conjunto de símbolos  $\{s_i\}$ , cada um com sua probabilidade de ocorrência  $p_i$ . Shannon (1948), então, denominou a grandeza  $H$  *entropia* da fonte, interpretada como a quantidade média de informação produzida pela fonte. Essa fórmula é frequentemente citada como “informação de Shannon” ou *entropia de Shannon*.

Em seu artigo de 1948, Shannon introduziu o conceito de entropia de maneira axiomática, e demonstrou que a forma acima apresentada na expressão de  $H$  é a única que satisfaz aos axiomas. Diversos outros conceitos podem ser derivados dessa expressão, como a dita *entropia condicional*, e a *informação mútua*. Ambas são importantes para construção de algoritmos de codificação e decodificação, e para a determinação de parâmetros do processo de transmissão das mensagens, como a *capacidade do canal* e o *limite de compressão de código*. Não entraremos nos detalhes de definição e caracterização desses conceitos e sugerimos aos interessados em mais detalhes consultarem (Shannon, 1948; Blahut, 2002; Cover; Thomas, 2006; Harremoës; Topsøe, 2008).

## 7 CONSEQUÊNCIAS DA TEORIA

Dois grandes resultados decorreram como consequência da abordagem de Shannon ao problema de transmissão de mensagens (Rioul, 2021). Como primeiro resultado obtido de sua teoria, Shannon (1948) demonstrou que o menor tamanho de código que se poderia aplicar à representação de informação produzida por uma fonte, conhecido como limite de compressão, é determinado pela entropia da fonte.

Nos anos 1940 pensava-se que um aumento progressivo na taxa de transmissão de mensagens por segundo conduziria inevitavelmente a um aumento da probabilidade de erros na recepção das mesmas. O segundo resultado obtido por Shannon surpreendeu a comunidade de engenheiros e cientistas, mostrando que seria possível alcançar uma probabilidade zero de erro, desde que as taxas de transmissão se mantivessem abaixo da capacidade do canal, determinada pela máxima informação mútua entre fonte e receptor (Cover; Thomas, 2006).

O surgimento da engenharia de comunicações moderna estabeleceu como princípio a consideração de que seria possível modificar a forma de uma mensagem sem alterar seu conteúdo, isto é, sem afetar intrinsecamente sua interpretação, tomando-se os devidos cuidados ao especificá-la. Mais ainda, como consequência, que os aspectos semânticos seriam irrelevantes para o projeto de sistemas de comunicações (Shannon, 1948) e fatores ditos “psicológicos” deveriam ser eliminados dos requisitos (Hartley, 1928). Esses princípios nortearam a formulação de Shannon e conduziram ao sucesso da aplicação da teoria com resultados práticos, concretos, úteis e que conduziram a uma revolução dos costumes (Guizzo, 2003; Rioul, 2021). Pode-se tomar, então, como mais uma consequência da teoria de Shannon, a consolidação desse ponto de vista quanto à consideração do conteúdo como requisito dispensável no projeto de sistemas de comunicação. Todavia, embora isso seja fato, atualmente um novo tratamento tem sido dado a essa questão e começa-se a discutir e explorar a possibilidade de se considerar o aspecto semântico das mensagens na concepção de sistemas de comunicação (Wheeler; Natarajan, 2023; Qin *et al.*, 2022).

## **8 DEFINIÇÃO DE INFORMAÇÃO**

Certamente as mensagens possuem informação, porém Shannon empregou essa palavra sem defini-la, em seu trabalho de 1948. De fato, nesse artigo, Shannon (1948) prefere ater-se à ideia de mensagem como o objeto central da comunicação e conceituar uma medida de quantidade de informação sem definir o conceito em si. Shannon passou cerca de dez anos, entre 1939 e 1948, sem nada publicar a respeito, refletindo profundamente sobre o conceito (Guizzo, 2003; Rioul, 2021). Ele só começa a considerar a necessidade de uma definição depois, ao juntar-se ao MIT em colaboração com Robert Fano (Rioul, 2021). Somente dois anos depois da publicação de sua teoria, em outro artigo (Shannon, 1993), é que ele propõe um conceito para informação. Luciano Floridi (2011) enfatiza o ponto de vista de Shannon apresentado no início do texto de Shannon de 1950, de que não seria possível dispor de um único conceito de informação válido em todos contextos. Todavia, de certa forma o que Shannon começa a delinear nesse artigo é uma certa possibilidade de se obter tal

definição, através de um princípio de equivalência entre tipos de relações que ele denomina de “traduções entre dispositivos”. Entretanto, Shannon não chegou a desenvolver suficientemente a ideia e não mais retornou ao tema em outros artigos (Sloane; Wyner, 1993).

## **9 ENTROPIA TERMOESTATÍSTICA**

Shannon (1948) definiu o conceito de entropia como uma medida de quantidade média de informação, e a interpretou também como indicador da incerteza apresentada por um receptor decorrente do processo de decodificação e estimação das mensagens produzidas pela fonte. De passagem, Shannon chamou a atenção para a similaridade entre o conceito de entropia que acabara de definir e o respectivo conceito pertinente ao domínio da mecânica estatística e termodinâmica, fornecendo apenas uma clássica referência bibliográfica (Tolman, 1938), e sem maiores discussões (Shannon, 1948). Todavia, ele não enfatizou de qualquer forma a importância dessa similaridade, e apenas a tratou como sendo um aspecto naturalmente esperado. Desde então, muito se tem discutido acerca dessa similaridade e da influência que ela exerceu sobre a física estatística. Entretanto, muitos ainda não vêm claramente a necessidade de se recorrer a princípios baseados na teoria da informação para entender a mecânica estatística (Rioul, 2021; Anta, 2023).

Finalmente, resta mencionar ainda a questão do uso do termo “entropia” por Shannon. A entropia de Shannon (1948) é definida por ele como sendo a quantidade média de informação associada à observação de um fenômeno de natureza estatística (geração de mensagens por uma fonte, recebimento de mensagens de um canal de comunicação, armazenagem de dados em memória, etc., compreendendo uma classe mais ampla ainda de situações). Em princípio, claramente Shannon não precisaria adotar esse nome para o termo, todavia ele estava ciente da similaridade com o caso da mecânica estatística. Segundo conta Tribus e McIrvine (1971), Shannon lhe havia revelado que adotara o nome “entropia” para a sua medida de informação por sugestão que John von Neumann lhe havia feito em Princeton, quando Shannon pesquisava no Instituto de Estudos

Avançados. Entretanto, ao ser entrevistado por John Price anos mais tarde, Shannon (1984) alegou que não se recordava desse fato. De qualquer forma, a similaridade entre a definição de Shannon e a entropia estatística da física vai além da pura semelhança formal, podendo-se de fato estabelecer-se uma relação conceitual mais profunda, desde que se defina com maior clareza o que se entende por informação, retornando-se assim ao grande desafio, de fato, nesse território.

## 10 CONCLUSÃO

Examinamos os fundamentos da Teoria Matemática da Comunicação (Shannon, 1948) partindo do conjunto de concepções originárias de seus principais precursores, Nyquist e Hartley, e buscamos introduzir as contribuições de Shannon seguindo uma abordagem heurística que focalizou a teoria sob uma perspectiva simplificada, mas suficientemente completa para acomodar todos os princípios essenciais que nortearam seu desenvolvimento por Shannon ao longo da década 1939-1948. Todavia, ao tentarmos atender ao compromisso com a clareza requerida para um texto introdutório, deixamos de fora muitos aspectos interessantes, contudo sem sacrificar qualquer aspecto essencial, assim esperamos.

## REFERÊNCIAS

- ANTA, J. Under Shannon's bandwagon: rethinking the reception of information theory in thermal physics, 1948-1957. *HoST - Journal of History of Science and Technology*, Lisboa, v. 17, n. 1, p. 17-38, June 2023. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.2478/host-2023-0003>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- BLAHUT, R. E. Information theory and coding. In: MIDDLETON, W. M.; VAN VALKENBURG, M. E. (ed.). *Reference data for engineers: radio, electronics, computer, and communications*. 9th ed. London: Newnes, 2002. p. 1-31. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750672917500273>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- COVER, T. M.; THOMAS, J. A. *Elements of information theory*. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Interscience, 2006.
- FLORIDI, L. *The philosophy of information*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

GUIZZO, E. M. *The essential message: Claude Shannon and the making of information theory*. 2003. Dissertação (Mestrado em Escrita Científica) – Program in writing and humanistic studies, Dept. of humanities, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1721.1/39429>. Acesso em: 19 nov. 2024.

HARREMOES, P.; TOPSØE, F. The quantitative theory of information. In: ADRIAANS, P.; VAN BENTHEN, J. (ed.). *Philosophy of information*. Amsterdam: Elsevier, 2008. (Handbook of the philosophy of science, 8). p. 171-216.

HARTLEY, R. V. L. Transmission of information. *Bell system technical journal*, New York, v. 7, n. 3, p. 535-563, July 1928. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1928.tb01236.x>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6769394>. Acesso em: 19 nov. 2024.

NAHIN, P. J. *The logician and the engineer: how George Boole and Claude Shannon created the information age*. New Jersey: Princeton University Press, 2013.

NYQUIST, H. T. Certain factors affecting telegraph speed. *Bell system technical journal*, New York, v. 3, n. 2, p. 324-346, Apr. 1924. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1924.tb01361.x>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6773395>. Acesso em: 19 nov. 2024.

QIN, Z.; TAO, X.; LU, J.; TONG, W.; LI, G. Y. Semantic communications: principles and challenges. *arXiv*, New York, n. 2201.01389, p. 1-30, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.01389>, v5. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2201.01389>. Acesso em: 7 dez. 2023

RIOUL, O. This is IT: a primer on Shannon's entropy and information. In: DUPLANTIER, B.; RIVASSEAU, V. (ed.). *Information theory: Poincaré Seminar 2018*. New York: Birkhäuser, Springer Nature, 2021. p. 49-86. (Progress in mathematical physics, 78)

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, New York, v. 27, n. 3, p. 379-423, July 1948. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6773024>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SHANNON, Claude E. The lattice theory of information. In: SLOANE, N. J. A.; WYNER, A. D. (ed.). *Claude Elwood Shannon: collected papers*. Piscataway: IEEE Press, 1993.

SHANNON, C. E. The lattice theory of information. *Transactions of the IRE professional group on information theory*, v. 1, n. 1, p. 105-105, Feb. 1953. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIT.1953.1188572>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1188572>. Acesso em: 8 jul. 2025.

SHANNON, C. E. The bandwagon. *IRE transactions on information theory*, New York, v. 2, n. 1, p. 3, Mar. 1956. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIT.1956.1056774>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1056774>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SHANNON, C. E. A conversation with Claude Shannon: one's man approach to problem solving. [Entrevista cedida a] Robert Price. [Editado por] Ellersick, F. *IEEE Communications Magazine*, v. 22, n. 5, p. 123-126, May 1984. DOI: <https://doi.org/10.1109/MCOM.1984.1091957>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1091957>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SLOANE, N. J. A.; WYNER, A. D. (ed.). *Claude Elwood Shannon: collected papers*. Piscataway: IEEE Press, 1993.

TOLMAN, R. C. *The Principles of Statistical Mechanics*. Oxford: Oxford University Press, 1938.

TRIBUS, M.; MCIRVINE, E. C. Energy and information. *Scientific american*, New York, v. 225, n. 3, p. 179-188, Sept. 1971.

VAN DER LUBBE, J. C. A. *Information theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

WEAVER, W. The mathematics of communication. *Scientific American*, New York, v. 181, n. 1, p. 11-15, July 1949.

WHEELER, D.; NATARAJAN, B. Engineering semantic communication: a survey. *IEEE ACCESS*, Piscataway, v. 11, p. 13965-13995, Feb. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3243065>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10038657>. Acesso em: 18 nov. 2024.

WIENER, N. *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge: MIT Press, 1948.



# 6

## PROBLEMAS DOS BIG DATA

### *BIG DATA PROBLEMS*

*Ricardo Peraça CAVASSANE*

*UNICAMP*

*ricardo.peraca@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-2189-1055>*

*Felipe Sobreira ABRAHÃO*

*UNICAMP*

*felipesabrahao@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0001-7314-6543>*

*Itala Maria Loffredo D'OTTAVIANO*

*UNICAMP*

*italaloffdotta@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-0591-6785>*

**Resumo:** Independentemente de trazer uma inovação metodológica ou epistemológica para o fazer científico, o paradigma dos Big Data certamente vem influenciando a dinâmica da sociedade contemporânea, especialmente com a maior atuação de algoritmos de inteligência artificial. Neste trabalho, apresentamos problemas dos Big Data que questionam os alicerces tanto de sua confiabilidade empírica quanto de suas propriedades fundamentais. Primeiramente, discutimos sobre: a prevalência esperada de correlações espúrias na análise de dados, constituindo o chamado paradoxo dos Big Data; e a emergência de profecias autorrealizáveis a partir de ciclos de retroalimentação. Ambas constituem a ocorrência de zemblanidade (o contrário de serendipidade, ou seja, um resultado desafortunado e esperado) dentro desse paradigma, a qual se distingue de maneira diametralmente oposta à serendipidade, até então almejada pelos entusiastas dos Big Data. Por fim, apresentamos uma limitação teórica fundamental dos Big Data que impacta o próprio conhecimento formal obtido pela ciência.

**Palavras-chave:** Big Data, Bolha de Simplicidade, Correlação Espúria, Profecia Autorrealizável, Zemblanidade.

**Abstract:** Regardless of whether it brings methodological or epistemological innovation to scientific practice, the Big Data paradigm has certainly influenced the dynamics of contemporary society, especially with the increased use of artificial intelligence algorithms. In this chapter, we present Big Data problems that question the foundations of both its empirical reliability and its fundamental properties. First, we discuss: the expected prevalence of spurious correlations in data analysis, constituting the so-called Big Data paradox; and the emergence of self-fulfilling prophecies from feedback loops. Both constitute the occurrence of zemblanity (the opposite of serendipity, i.e. an unfortunate and expected outcome) within this paradigm, which is diametrically opposed to the serendipity hitherto sought by Big Data enthusiasts. Finally, we present a fundamental theoretical limitation of Big Data that impacts the very formal knowledge obtained from science.

**Keywords:** Big Data, Simplicity Bubble, Spurious Correlation, Self-Realizing Prophecy, Zemblanity.

## **1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo tratamos de alguns problemas que podem ocorrer em modelos baseados em Big Data, isto é, em dados caracterizados principalmente por seu grande volume, alta velocidade de expansão e ampla variedade de estruturas. Muito embora o termo Big Data já não esteja mais em tanta evidência, predominam nas discussões sobre os avanços recentes de tecnologias informacionais termos que dizem respeito aos métodos de análise dos dados, como Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Deep Learning* e, mais recentemente, Inteligência Artificial Generativa e *Large Language Models*. Todas estas tecnologias se fundamentam na análise de quantidades massivas de dados, coletadas principalmente da atividade de usuários de diversas plataformas *online*, portanto em constante crescimento e atualização, em diferentes formatos e incluindo tanto dados estruturados quanto semi-estruturados e não-estruturados; ou seja, Big Data.

## **2 CORRELAÇÕES ESPÚRIAS E O PARADOXO DOS BIG DATA**

Alguns autores defendem que modelos baseados em Big Data permitem a detecção de correlações inesperadas nos dados, sem a necessidade de estabelecer hipóteses de investigação ou de se fundamentar em teorias científicas (Anderson, 2008; Mayer-Schönberger; Cukier, 2013). Antecipando a advertência de que “correlação não implica em causalidade” (Pearl, 2009; Zenil *et al.*, 2020), tais autores afirmam que, com a análise de dados massivos, encontrar correlações pode ser o suficiente e que saber “o que” ocorre é o bastante, não sendo necessário saber “por que” isso ocorre.

Porém, a análise de Big Data em geral está sujeita a um grande número de correlações espúrias, isto é, padrões estatísticos sem nenhum significado. Uma correlação entre duas variáveis pode ser considerada espúria devido a uma terceira variável causalmente correlacionada às duas primeiras, a chamada variável de confusão; mas também por se tratar de uma mera coincidência. Conforme demonstrado por Calude e Longo (2017), correlações espúrias aparecem necessariamente na maioria das análises realizadas sobre grandes bases de dados. Isso ocorre mesmo que, por construção ou por princípio, estas bases somente contenham dados gerados alea-

toriamente, isto é, que tais dados sejam livres de quaisquer redundâncias e estruturas subjacentes.

Cientistas e filósofos sempre se preocuparam com as falácias que se comete ao olhar apenas para correlações [...] Nosso trabalho confirma a intuição de que, quanto maior a base de dados em que se busca por correlações, maior é a chance de encontrar regularidades e maior é o risco de cometer tais falácias. [...] a maioria esmagadora de correlações é espúria. Em outras palavras, haverá regularidades, mas, por construção, na maior parte do tempo (quase sempre, no sentido matemático), essas regularidades não podem ser usadas para predições e ações confiáveis (Calude; Longo, 2017, p. 609, tradução nossa).

Dentre as teorias matemáticas utilizadas pelos autores está a Teoria de Ramsey, segundo a qual “A desordem total é uma impossibilidade. Todo conjunto grande de números, pontos ou objetos necessariamente contém um padrão altamente regular” (Graham; Spencer, 1990, p. 112, tradução nossa). Do resultado de sua análise, os autores derivam um fenômeno matemático e científico que desafia a intuição: “Assim, paradoxalmente, quanto mais informação temos, mais difícil é extrair algum sentido delas. Muita informação tende a se comportar como pouca informação” (Calude; Longo, 2017, p. 600, tradução nossa). Ou, como coloca Smith:

Quanto maior o conjunto de dados, maiores são as chances de encontrarmos padrões que sejam, a priori, altamente improváveis. [...] O mesmo princípio vale para modelos em que um conjunto de variáveis explicativas seja usado para prever uma variável de resposta, de modo que quanto maior o número de potenciais variáveis explicativas, maior é a probabilidade de que relações coincidentes estatisticamente significativas sejam encontradas. Este é o paradoxo dos big data: a mineração de dados é mais sedutora quando há um grande número de variáveis, mas os inevitáveis padrões coincidentes em grandes conjuntos de dados tornam mais provável que as relações estatísticas descobertas em mineração de dados sejam espúrias (Smith, 2020, p. 2, tradução nossa).

Segundo Smith (2020), o grande número de correlações espúrias encontradas em uma base de dados massiva pode acabar dificultando a

detecção de correlações não-espúrias que possam estar presentes nos dados. Padrões espúrios podem ser enganadores porque podem levar um observador a pensar que um padrão estatisticamente significativo foi encontrado, mesmo que este padrão fosse de qualquer maneira ocorrer numa base de dados desprovida de padrões (isto é, perfeitamente aleatória), e assim tais padrões não fornecem qualquer informação útil acerca de características dos dados ou do processo que os gerou.

### **3 *FEEDBACK LOOPS* E PROFECIAS AUTORREALIZÁVEIS**

Um *feedback loop* pode ocorrer em um modelo baseado em Big Data quando este é aplicado a uma determinada população e o seu algoritmo e/ou os seus dados, quer estes últimos sejam verdadeiros ou falsos, suscitam respostas no público, público este que, por sua vez, através de suas ações, retroalimenta o modelo com dados enviesados (Auerbach, 2014). Quando não há nada com o que o conjunto de dados possa ser comparado, tal tipo de má circularidade pode gerar erros flagrantes, como quando o *Google Flu Trends* (GFT) sobre-estimou grosseiramente os casos de gripe mais tarde confirmados pelo CDC, o centro de controle e prevenção de doenças estadunidense (Lazer *et al.*, 2014); porém, isso pode levar também a um aparente sucesso do modelo, transformando-o assim em uma profecia autorrealizável.

Ou seja, um modelo baseado em Big Data pode ter sua base de dados alterada pela sua própria aplicação, devido às reações do público a tal aplicação, se o público afetado e o público cujas atividades geram os dados utilizados pelo modelo forem os mesmos, o que ocorre frequentemente no contexto dos Big Data, uma vez que tais bases de dados são continuamente expandidas, e em especial quando o modelo se utiliza de dados coletados em redes sociais. Tal alteração na base de dados do modelo o tornará enviesado, possivelmente de modo a confirmá-lo ou reforçá-lo, perpetuando uma certa propriedade, tendência ou um certo estado de coisas.

No caso do *Google Flu Trends*, a estimativa do modelo, que visava detectar um padrão da realidade por meio de um padrão de atividade na internet, foi inflacionada devido ao impacto do modelo naquela mesma

atividade online, isto é, as buscas por sintomas da gripe no *google*, que deveriam constituir variáveis *proxy* apropriadas para casos de gripe, foram inflacionadas pelo próprio mecanismo de busca do *google*, que sugere algumas opções para completar automaticamente uma determinada sequência de termos de pesquisa. Porém, nesse caso, havia com o que comparar os resultados do *GFT*: os dados obtidos através de exames médicos reunidos e publicados pelo *CDC* algumas semanas depois. Quando não há com o que comparar os resultados do modelo, ele pode se comportar como uma “profecia autorrealizável”, cuja descrição por Merton (1948b) se assemelha muito àquela de um *feedback loop* pernicioso:

A profecia autorrealizável é, no início, uma falsa definição da situação que evoca um novo comportamento, que faz a concepção originalmente falsa tornar-se verdadeira. A validade ilusória da profecia autorrealizável perpetua um reino do erro. Pois o profeta citará o atual curso de eventos como prova de que ele estava correto desde o início (Merton, 1948b, p. 195, tradução nossa).

O fato de que o “profeta” é um agente do sistema que introduz ou propicia um novo comportamento no mesmo (que seria diferente ou mesmo o oposto sem a intervenção deste agente) através da interação entre o algoritmo orientado por dados e os componentes do sistema datificado (por exemplo, a população representada pelo modelo do *GFT*), faz com que a ocorrência de profecias autorrealizáveis seja um efeito que, em geral, é muito difícil de prever, de tal maneira demandando muito mais atenção de cientistas e filósofos de sistemas complexos. Este é o caso uma vez que tal novo comportamento emergentemente enviesado pode ser caracterizado como um caso de auto-organização secundária (ver Debrun, 2009a; Debrun, 2009b). Além do agente causador do *feedback loop* induzir uma estabilização do comportamento coletivo na forma de um viés, viés este que é reforçado no tempo, esta forma de auto-organização ocorre devido a um processo irreduzivelmente emergente, ou criativo, com respeito aos elementos constituintes do sistema (Cavassane; D’Ottaviano; Abrahão, no prelo). Nesse caso, teorias formais podem, por princípio, ser incapazes de prever a presença de tais “profetas” no sistema (Abrahão; Zenil, 2022).

O surgimento de profecias autorrealizáveis devido à presença de *feedback loops* em modelos baseados em Big Data fica claro em alguns exemplos apresentados por O’Neil (2016). O *PredPol*, hoje *Geolitica*<sup>1</sup>, um modelo de policiamento preditivo, por exemplo, “[...] processa dados criminais históricos e calcula, hora a hora, onde há maior probabilidade de que ocorram crimes” (O’Neil, 2016, p. 85, tradução nossa). Seu algoritmo, projetado com base em programas de detecção de terremotos, tem um enfoque geográfico. Por não focalizar nos dados de indivíduos, não seria, supostamente, influenciado por preconceitos étnico-raciais. Porém, é preciso notar que modelos de policiamento preditivo estão situados no contexto de uma reforma no policiamento que visa “[...] tornar a polícia mais proativa e vigilante, ao invés de reativa e focada em emergências” (Benbouzid, 2019, p. 1, tradução nossa). Direcionados pela política de tolerância zero, os departamentos de polícia utilizam o *PredPol* não apenas para prever crimes violentos, mas também infrações menores, como o uso de entorpecentes. Este tipo de infração é mais fácil de prever, pois tende a ocorrer sempre nos mesmos locais, enquanto assaltantes e criminosos violentos tentam evitar as áreas mais visadas pela polícia (O’Neil, 2016).

No entanto, o estudo de Lum e Isaac (2016) mostrou que os dados de uso de drogas ilícitas produzidos pela polícia não são representativos da realidade do uso de drogas, super-representando bairros pobres, onde a maioria da população é afro-americana ou hispânica. Desta forma, alimentado com os dados coletados pela polícia, o algoritmo define como prioritárias tais áreas. O direcionamento do policiamento a estas áreas – e as consequências das agressões e prisões voltadas contra uma população vulnerável – aumenta ainda mais a quantidade de dados criminais acerca delas. Isso gera um *feedback loop*, uma má circularidade que não apenas reforça e reitera os vieses e preconceitos da sociedade, ao invés de evitá-los, como também os justifica, devido à aura de cientificidade dos Big Data (O’Neil, 2016). Ou seja, o modelo do *PredPol* é alimentado com dados da polícia acerca de atividades criminosas, dados estes já enviesados, de modo a priorizar certas populações; a aplicação do modelo, por sua vez, direciona o policiamento a estas mesmas populações, produzindo dados cada vez

---

<sup>2</sup> <https://www.linkedin.com/company/geolitica>.

mais enviesados e confirmando o “sucesso” não apenas do modelo, como da própria polícia, que vê seus números de flagrantes e prisões crescerem. E, mesmo que um crime não ocorra, o modelo é considerado bem-sucedido, como nota Dupuy:

[...] o programa PredPol [...] sempre vence! O PredPol anuncia que um crime irá ocorrer em uma área específica da cidade. O policial vai responder à situação. Uma de duas coisas acontece: ou um crime ocorre como o planejado e o policial impede o infrator, em cujo caso o PredPol recebe sua medalha de ouro; ou nenhuma infração ocorre. Mas isto provavelmente está ligado à presença do policial no local, e então ainda se trata de uma medalha de ouro para o programa (Dupuy, 2018, p. 160, tradução nossa).

Para Benslimane (2014), o *Predpol* ignora os diversos fatores sociológicos que levam à criminalidade, bem como os vieses do policiamento, de modo a criar uma representação simplificadora e aparentemente objetiva de acordo com a qual ocorrem mais crimes em certas áreas de uma cidade. Tal modelo falha em representar acuradamente a presença real de criminalidade em uma cidade porque os dados que o alimentam não representam a totalidade dos crimes ocorridos na cidade (e tampouco representam uma amostra aleatória dos crimes, mas sim uma amostra arbitrária). Outro motivo para tal falha, é que o modelo não é informado por teorias científicas acerca das razões que fazem com que certos crimes ocorram mais em determinadas áreas do que em outras.

Preocupado apenas com “o que” ocorre e não com o “porquê” de isso ocorrer (motivado por uma lógica de mercado, cujo foco está em aumentar a eficiência para diminuir custos), tal modelo gera “previsões” altamente enviesadas (tal modelo certamente não é capaz de prever ocorrências daqueles tipos de crime mais comuns em regiões mais ricas, por exemplo). Além disso, uma vez que seus resultados sejam aplicados em políticas públicas, tais modelos podem não apenas não solucionar os problemas sociais já existentes, como também agravá-los.

#### 4 SERENDIPIDADE E ZEMBLANIDADE

Se a análise de Big Data funcionasse como alguns de seus entusiastas mais otimistas afirmam, de forma a encontrar correlações não-espúrias inesperadas e de valor, sem a necessidade de estabelecer qualquer hipótese de investigação, ela poderia ser caracterizada como uma geradora de serendipidade artificial; porém, conforme argumentaremos, modelos baseados em Big Data frequentemente produzem o oposto da serendipidade, isto é, a zemblanidade.

O termo “zemblanidade” aparece pela primeira vez em um romance, em um excerto do diário mantido por seu personagem principal:

*Serendipidade.* De *Serendip*, um antigo nome do Ceilão, hoje Sri Lanka. Uma palavra cunhada por Horace Walpole, que a inventou com base em um conto folclórico, cujos heróis estavam sempre fazendo descobertas de coisas que eles não estavam procurando. *Ergo*: serendipidade, a faculdade de fazer descobertas felizes e inesperadas por acidente. Então qual seria o oposto de Serendip, uma terra tropical rica em especiarias, vegetação exuberante e pássaros canoros, banhada pelo mar e pelo sol? Pense em outro mundo no norte longínquo, árido, coberto de gelo, frio, um mundo de rocha. Chame-o *Zembla*. *Ergo*: zemblanidade, o oposto da serendipidade, a faculdade de fazer descobertas infelizes, desafortunadas e esperadas, e não por acidente. Serendipidade e zemblanidade: os dois polos do eixo ao redor do qual giramos (Boyd, 1998, p. 234-235, tradução nossa).

O termo “zemblanidade” é, portanto, o antônimo binário ou complementar do termo “serendipidade”, isto é, a zemblanidade é diametralmente oposta ou contraditória em relação à serendipidade: enquanto a serendipidade se refere a uma descoberta afortunada e inesperada, a zemblanidade é um resultado desafortunado e esperado.

A serendipidade é uma descoberta afortunada, tanto no sentido de ser trazida por boa sorte ou por um acidente feliz, quanto no sentido de ser benéfica ou valiosa. Já a zemblanidade é um resultado desafortunado. Note, porém, que sendo “zemblanidade” o antônimo complementar de “serendipidade”, ao invés de envolver má sorte, a zemblanidade não en-

volve, de maneira alguma, a sorte ou o acaso; e que ao invés de ter pouco ou nenhum valor ou benefício, um resultado zemblanitoso é maléfico ou indesejado. Enquanto a ocorrência de serendipidade, no contexto da pesquisa científica, resolve um problema, ou mostra o caminho para a sua solução, ou ainda oferece uma solução para um problema que ainda não havia sido colocado (Merton, 1948a), a ocorrência de zemblanidade revela ou traz à tona um problema subjacente, como um pressuposto, uma consequência ou um efeito colateral.

A serendipidade, sendo fruto do acaso, é inesperada; já a zemblanidade é, ou ao menos deveria ser esperada, pois é fruto de uma necessidade. Enquanto a serendipidade é uma descoberta surpreendente e imprevisível, a zemblanidade não é uma descoberta, mas um resultado que foi ou deveria ter sido previsto. Trata-se de um resultado necessário, com o qual tal pesquisa se depararia inevitavelmente. Assim, uma descoberta serendipitosa ocorre “[...] na interseção entre o acaso e a sabedoria [...]” (Copeland, 2019, p. 2386, tradução nossa), ou é realizada por acidente e sagacidade, como o próprio Walpole, que cunhou o termo, coloca (Walpole, 2011). Isto é, ela requer do pesquisador atenção e conhecimento a fim de que ela seja notada e compreendida enquanto tal; já a zemblanidade decorre da negligência e/ou da ignorância do pesquisador que foi incapaz de antecipá-la, apesar de ela estar intrinsecamente ligada ao objeto da pesquisa em questão. Não sendo um fenômeno emergente como a serendipidade, mas redutível ao estado do conhecimento prévio do observador, um resultado zemblanitoso é, em princípio, facilmente previsto.

Do ponto de vista das motivações iniciais subjacentes ao programa de Hilbert<sup>2</sup>, as posteriores provas de resultados de incompletude podem ser interpretadas como casos de zemblanidade em teorias formais. Sob o mesmo formalismo e a mesma suposição do poder de sistemas axiomáticos

---

<sup>3</sup> Em resumo, o programa de Hilbert buscava uma esquematização da matemática para que a produção da mesma fosse garantidamente válida, correta e seguisse “boas práticas” (Abrahão, 2011; Zach, 2023). Por exemplo, em um dos pontos centrais, buscava-se a consistência das teorias fundacionais de forma que se evitasse os princípios básicos, como os axiomas, levassem a conclusões contraditórias. O programa de consistência posteriormente teve suas motivações e objetivos postos em cheque com os resultados de incompletude (e incomputabilidade). Outro ponto central era o programa de conservação em que se buscava que teoria matemática mais abstratas (como números ordinais e cardinalidade) possam levar a conclusões verdadeiras sobre domínios menos abstratos da matemática, como a teoria dos números inteiros.

na matemática, pode-se obter uma prova de um metateorema que afirma a impossibilidade de certas provas matemáticas. Nesse contexto das aspirações mecanicistas e finitistas do programa de Hilbert, a incompletude aparece como um efeito colateral negativo de teorias formais. Porém, na verdade, incompletude na matemática evidencia a emergência de informação algorítmica (e, conseqüente, também a abertura ilimitada à criatividade) em formalizações matemáticas de sistemas suficientemente complexos (Abrahão *et al.*, 2020; Abrahão; Zenil, 2022).

Um exemplo de zemblanidade em Big Data é a ocorrência de correlações espúrias em grandes bases de dados, das quais tratamos na Seção 2. Isso se dá justamente porque a ocorrência de correlações espúrias é matematicamente demonstrável no contexto de uma quantidade de dados muito grande, embora qual correlação (ou correlações) em particular será essa a ser revelada possa ser imprevisível.

A zemblanidade pode resultar também de um *feedback loop* previsível e que determine o resultado da análise dos dados, como aqueles que fazem o modelo se comportar como uma profecia autorrealizável, a qual já esperamos que aconteça. Conforme o exemplo supracitado, parte dos resultados do *PredPol* podem ser considerados zemblanitosos, uma vez que qualquer morador que conheça a realidade das zonas periféricas e com maior prevalência de populações vulneráveis saberá dizer quais regiões provavelmente já serão apontadas como as mais “perigosas” pelos agentes classificadores, detectores e registradores, os quais são partes de tal modelo de policiamento preditivo.

Outro exemplo de modelo de Big Data que exhibe resultados zemblanitosos seria o *COMPAS*, modelo criado para avaliar o potencial risco de reincidência de detentos, que foi utilizado nos Estados Unidos para informar certas decisões de juízes. Assim como o *PredPol*, tal modelo é alimentado com dados produzidos pela polícia e pelos sistemas judiciário e carcerário (Northpointhe, 2015). Ora, qualquer observador que conheça a realidade dos sistemas policial, judiciário e carcerário estadunidenses saberá que um modelo que seja alimentado por tais dados produzirá resultados com vieses raciais. De fato, o estudo de Larson *et al.* (2016) mostrou que no modelo, cuja taxa de sucesso é de aproximadamente sessenta por

cento, detentos afro-americanos são frequentemente erroneamente classificados com um alto risco de reincidência, enquanto detentos caucasianos são frequentemente erroneamente classificados com um baixo risco de reincidência.

## 5 BOLHAS DE SIMPLICIDADE

Esses são exemplos de problemas empiricamente evidenciados dos Big Data, cujos altos impactos práticos na sociedade suscitam uma pervasiva investigação acadêmica, assim como sua decorrente ação política e social. Por outro lado, argumentamos que uma outra faceta dos Big Data também revela limites no contexto da justificação do conhecimento, no entanto, agora aparecendo como um limite fundamental do conhecimento formal (seja este produzido pelo empreendimento científico humano somente ou com a ajuda de implementações de inteligência artificial): o problema das bolhas de simplicidade (Abrahão *et al.*, 2024; Abrahão *et al.*, 2023).

Suponha uma teoria formal e um algoritmo de inteligência artificial (IA) computavelmente implementável arbitrariamente escolhidos. A teoria formal pode ser, por exemplo, aquela considerada capaz de idealmente explicar grande parte (ou mesmo a totalidade) dos dados (ou fenômenos) conhecidos até o momento. O algoritmo pode ser, por exemplo, aquele considerado mais eficiente e/ou mais poderoso que combine da melhor forma disponível os mais avançados métodos de aprendizado de máquina e de processamento lógico-dedutivo simbólico, isto é, que combine tanto IA *bottom-up* quanto a *top-down* (Zenil *et al.*, 2023). O problema que levantamos concerne uma quantidade suficientemente grande de dados externos disponível a esse sistema lógico-matemático-computacional, quantidade a partir da qual a teoria formal não conseguiria mais minimizar a probabilidade dela própria estar errada. Estas condições configuram, então, um limite ou um “teto” epistemológico para aquilo o que conseguimos garantir que a ciência continuará progredindo em direção a minimizar erros ou diminuir o desconhecimento. Em geral, não se pode evitar o aparecimento de modelos ótimos espúrios, ou o aparecimento de teorias tanto válidas

quanto empiricamente verificáveis apesar de, ao mesmo tempo, serem espúrias.

Para atingirmos tal problema, demonstra-se um método matemático de ludibriação do observador (Abrahão *et al.*, 2023). Em particular, quando o processo externo que gera os fenômenos (i.e., os dados) armadilha o observador (i.e., o sistema lógico-matemático-computacional supracitado) dentro de uma bolha de simplicidade. Isso ocorre porque a fonte dos fenômenos disponíveis para o observador adquirir conhecimento é complexa o suficiente para garantir que qualquer teoria ou modelo propostos pelo observador não são suficientemente complexos para realmente conseguir prever fenômenos futuros de forma global, mesmo que o observador considere (ou demonstre) que a teoria ou modelos consiga prever fenômenos futuros de forma global.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesse texto defendemos a proposição de que o estudo dos limites teóricos e empíricos dos Big Data é crucial tanto para o progresso da ciência quanto para a mitigação de problemas sociais. Em particular, no contexto dos Big Data, estudamos correlações espúrias, profecias autorrealizáveis, zemblanidade e bolhas de simplicidade. Os problemas aqui discutidos são pervasivos e impactantes especialmente numa sociedade atual massivamente digitalizada, onde as próprias relações humanas estão cada vez mais tecnológico-intermediadas. Nesse sentido, como pesquisa futura, aqui levantamos a questão de que quanto mais as relações interpessoais ou institucionais são intermediadas por algoritmos de IA, maior a pertinência na sociedade dos efeitos dos limites, outrora teóricos e puramente matemáticos, de nossos métodos científicos e tecnológicos.

## **REFERÊNCIAS**

ABRAHÃO, F. S. *Demonstrando a consistência da aritmética*. 2011. Dissertação (Mestrado em história das ciências e das técnicas e epistemologia) – Coppe/IQM/IM, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1213459>. Acesso em: 10 jul. 2025.

- ABRAHÃO, F. S.; CAVASSANE, R. P.; WINTER, M.; VITTI-RODRIGUES, M.; D'OTTAVIANO, I. M. L. A simplicity bubble problem and zemblanity in digitally intermediated societies. In: IPPOLITI, E.; MAGNANI, L.; ARFINI, S. (eds.) *Model-Based Reasoning, Abductive Cognition, Creativity. MBR 2023. Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics*, vol. 70. Berlin: Springer. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-69300-7\\_20](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-69300-7_20). Acesso em: 30 nov. 2024.
- ABRAHÃO, F. S.; D'OTTAVIANO, Í. M. L.; WEHMUTH, K.; DÓRIA, F. A.; ZIVIANI, A. Learning the undecidable from networked systems. In: WUPPULURI, S.; DORIA, F. A. (ed.) *Unravelling complexity: the life and work of Gregory Chaitin*. Singapore: World Scientific Publishing, 2020. p. 131-179.
- ABRAHÃO, F. S.; ZENIL, H. Emergence and algorithmic information dynamics of systems and observers. *Philosophical transactions of the Royal Society A: mathematical, physical and engineering sciences*, London, v. 380, n. 2227, p. 1-20, July 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.5901204>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- ABRAHÃO, F. S.; ZENIL, H.; PORTO, F.; WINTER, M.; WEHMUTH, K.; D'OTTAVIANO, I. M. L. A simplicity bubble problem in formal-theoretic learning systems. *arXiv*, New York, n. 2112.12275v2, p. 1-38, Apr. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2112.12275>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- ANDERSON, C. End of theory: Will the Data Deluge make the scientific method obsolete? *Wired magazine*, San Francisco, v. 16, n. 7, June 2008. Disponível em: <https://www.wired.com/2008/06/pb-theory>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- AUERBACH, D. Big data is overrated: and Ok-Cupid's user experiments prove it. *Slate*, New York, 30 July 2014. Disponível em: [http://www.slate.com/articles/technology/bitwise/2014/07/facebook\\_okcupid\\_user\\_experiments\\_ethics\\_aside\\_they\\_show\\_us\\_the\\_limitations.html](http://www.slate.com/articles/technology/bitwise/2014/07/facebook_okcupid_user_experiments_ethics_aside_they_show_us_the_limitations.html). Acesso em: 01 jul. 2023.
- BENBOUZID, B. To predict and to manage. Predictive policing in the United States. *Big Data & society*, London, v. 6, n. 1, p. 1-13, Jan./June 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2053951719861703>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- BENSLIMANE, I. Étude critique d'un système d'analyse prédictive appliqué à la criminalité: Predpol. *Cortecs*, Grenoble, 10 Dec. 2014. Disponível em: <https://cortecs.org/politique-societe/predpol-predire-des-crimes-ou-des-banalites>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- BOYD, W. *Armadillo*. London: Hamish Hamilton, 1998.
- CALUDE, C. S.; LONGO, G. The deluge of spurious correlations in Big Data. *Foundations of science*, Amsterdam, v. 22, n. 3, p. 595-612, Sept. 2017.
- CAVASSANE, R. P.; D'OTTAVIANO, I. M. L.; ABRAHÃO, F. S. Big data and the emergence of zemblanity and self-fulfilling prophecies. In: INTERNATIONAL MEETING ON INFORMATIONAL, KNOWLEDGE AND ACTION, 11., 2021, [s.l.]. *Proceedings [...]*. [202-?]. No prelo.

- COPELAND, S. On serendipity in science: discovery at the intersection of chance and wisdom. *Synthese*, London, v. 196, n. 6, p. 2385-2406, June 2019.
- DEBRUN, M. A ideia de auto-organização. In: D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALEZ, M. E. Q. (org.). *Michel Debrun: Brazilian national identity and self-organization*. Campinas: Coleção CLE, 2009a. p. 53-74.
- DEBRUN, M. A dinâmica da auto-organização primária. In: D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALEZ, M. E. Q. (org.) *Michel Debrun: Brazilian national identity and self-organization*. Campinas: Coleção CLE, 2009b. p. 111-146.
- DUPUY, J. P. Science without philosophy: the case of Big Data. *Crisis and critique*, Tirana, v. 5, n. 1, p. 147-161, Mar. 2018.
- GRAHAM, R.; SPENCER, J. H. Ramsey theory. *Scientific American*, New York, v. 263, n. 1, p. 112-117, July 1990.
- LARSON, J.; MATTU, S.; KIRCHNER, L.; ANGWIN, J. How we analyzed the COMPAS recidivism algorithm. *ProPublica*, New York, 23 May 2016. Disponível em: <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- LAZER D.; KENNEDY, R.; KING, G.; VESPIGNANI, A. The parable of Google flu: traps in Big Data analysis. *Science*, Washington, v. 343, n. 6176, p. 1203-1205, Mar. 2014.
- LUM, K.; ISAAC, W. To predict and serve? *Significance*, London, v. 13, n. 5, p. 14-19, Oct. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2016.00960.x>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- MAYER-SCHÖNBERGER, V.; CUKIER, K. *Big Data: a revolution that will transform how we live, work and think*. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- MERTON, R. K. The bearing of empirical research upon the development of social theory. *American sociological review*, Chicago, v. 13, n. 5, p. 505-515, Oct. 1948a.
- MERTON, R. K. The self-fulfilling prophecy. *The Antioch review*, Yellow Springs, v. 8, n. 2, p. 193-210, summer 1948b.
- NORTHPOINTE INC. *Practitioner's guide to COMPAS core*. Wheat Ridge, Mar. 2015. Disponível em: <https://assets.documentcloud.org/documents/2840784/Practitioner-s-Guide-to-COMPAS-Core.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.
- O'NEIL, C. *Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy*. New York: Crown Publishers, 2016.
- PEARL, J. *Causality: models, reasoning and inference*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- SMITH, G. The paradox of Big Data. *SN Applied sciences*, Bern, v. 2, n. 1041, p. 1-8, May 2020.

WALPOLE, H. *Horace Walpole's correspondence*. New Haven: Yale University Library, 2011. Disponível em: <http://images.library.yale.edu/hwcorrespondence>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ZACH, R. Hilbert's program. In: ZALTA, E. N.; NODELMAN, U. (ed.). *Stanford encyclopedia of philosophy*. Stanford, CA: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2023.

ZENIL, H.; KIANI, N. A.; ABRAHÃO, F. S.; TEGNÉR, J. N. Algorithmic information dynamics. *Scholarpedia journal*, v. 15, n. 7, p. 53143, 2020.

ZENIL, H. *et al.* The future of fundamental science led by generative closed-loop artificial intelligence. *arXiv Preprints*, New York, n. arXiv:2307.07522v3, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2307.07522>. Acesso em: 10 jul. 2023.

**PARTE III**

**INFORMAÇÃO, SEMIÓTICA  
E CRIATIVIDADE**



7

# INFORMAÇÃO E SEMIOSE

## *INFORMATION AND SEMIOSIS*

*Mariana VITTI-RODRIGUES*

*UNESP*

*mvittirodrigues@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-4764-2575>*

**Resumo:** O presente capítulo discorre sobre o conceito de informação à luz da semiótica peirciana. Para tanto, introduzimos os principais aspectos da semiótica proposta por Peirce, como o conceito de semiose, signo e forma. Em seguida, apresentamos a caracterização de informação a partir do estudo do signo dicente, i.e., um signo que diz algo sobre alguma coisa por meio de descrição e referência, reivindicando a verdade daquilo que descreve. Apresentamos, também, abordagens contemporâneas do estudo semiótico do conceito de informação a partir da compreensão de signo como um meio para a comunicação de uma forma. Por fim, refletimos sobre os desafios e potencialidades da caracterização do conceito de informação à luz da semiótica Peirciana.

**Palavras-chave:** informação, semiose, signo, dicisigno, sintaxe.

**Abstract:** This chapter discusses the concept of information in the context of Peircean semiotics. We introduce the main aspects of semiotics proposed by Peirce, such as the concept of semiosis, sign, and form. Subsequently, we present the characterization of information based on the study of the dicent sign, i.e., a sign that says something about something by means of description and reference, claiming the truth of what it describes. In addition, we present contemporary approaches to the semiotic concept of information grounded on an understanding of sign as a medium for the communication of a Form. Finally, we reflect on the challenges and perspectives in characterizing the concept of information by considering Peircian semiotics.

**Keywords:** information, semiosis, sign, dicisign, syntaxe.

## **1 INTRODUÇÃO**

No interior da Filosofia Peirciana, podemos encontrar três abordagens do conceito de informação: Lógico-proposicional na qual Peirce caracteriza a noção de informação a partir da relação entre extensão e profundidade de conceitos ou termos. O autor define extensão como o conjunto de objetos de atribuição de um termo, por exemplo todos os objetos que se enquadram na categoria ‘comida’, por exemplo, lasanha, feijoada, salada. Profundidade, por sua vez, é concebida como o conjunto de propriedades atribuíveis a um termo ou conceito, por exemplo todas as propriedades atribuíveis ao termo ‘comida’, como fator nutricional, função, sabor. Informação, neste contexto, é a medida da multiplicação entre extensão e profundidade que delimita o significado como potencial de atribuição de um termo ou conceito por meio de descrição e referência (para mais detalhes sobre esta abordagem, ver Ferraz, 2020).

Em sua vasta obra, Peirce também se debruça sobre o conceito de informação a partir da elaboração dos Grafos Existenciais. Nessa perspectiva, o autor propõe uma abordagem diagramática da informação por meio do estudo da lógica das relações em que a atribuição de necessidade e possibilidade às proposições é concebida de acordo com um dado estado de informação (Silveira 2008). A representação gráfica de um dado estado de informação possibilita a instanciação lógica do processo de pensamento daquele que conhece. Como explica Silveira (2008, p. 306):

A submissão da lógica ao estado de informação no qual se encontra quem conhece validará ou invalidará várias sequências de grafos. Grafos de mera possibilidade, válidos para um determinado estado de informação, deverão ser substituídos por grafos representativos de asserções necessárias se o estado de informação evoluir de uma relativa ignorância sobre o fato para um conhecimento baseado na genuína experiência do mesmo. E deste modo, ficará registrado o encaminhamento da modalidade lógica no decorrer da experiência de quem conhece.

Como ressalta Silveira (2008) grafos de mera possibilidade podem se tornar grafos de necessidade se, no decorrer do tempo, o estado de in-

formação, representado pelo grafo, se altere. Por exemplo, em dado estado de informação, um grafo que descreve a *possibilidade* de chuva pode ser alterado, uma vez que se constate que, de fato, chove. Nesse exemplo, a modificação do estado de informação altera a representação do grafo de uma possibilidade para a representação de uma necessidade.

Peirce também faz menção ao conceito de informação no interior da Semiótica, conferindo-lhe um caráter processual, por meio do qual, novas propriedades dos objetos de interesse podem ser extraídas através de processos signícos de abstração. No estudo do conceito de informação à luz da semiótica, encontramos abordagens que focam na análise do Signo Dicente, compreendido como um signo duplo, composto por um ícone e um índice estruturados por uma sintaxe (Stjernfelt, 2014; Silveira; Vitti-Rodrigues, 2016). A literatura também congrega abordagens contemporâneas do estudo semiótico do conceito de informação a partir da caracterização de signo como um meio para a comunicação de uma forma (De Tienne, 2005, 2006; Queiroz; El-Hani, 2007; El-Hani; Queiroz; Emmeche, 2009; Vitti-Rodrigues; Emmeche, 2017). Essas abordagens tendem a aproximar o conceito de informação daquele de semiose, i.e., ação do signo.

No presente capítulo, focalizamos nossa análise no conceito de informação à luz da semiótica peirciana. Para tanto, na segunda seção, explicitamos aspectos da semiótica no interior da filosofia peirciana que fundamentam a classificação dos signos. Na terceira seção, introduzimos a noção de signo, de seus correlatos, e dos tipos de signos essenciais para a compreensão do processo semiótico envolvido na caracterização da noção de informação. Na quarta seção, apresentamos as principais características do estudo do signo dicente, i.e., um signo que diz algo sobre alguma coisa por meio de descrição e referência, reivindicando a verdade daquilo que descreve. Discorreremos, na quinta seção, sobre abordagens contemporâneas do estudo semiótico do conceito de informação a partir da caracterização de signo como um meio para a comunicação de uma forma. Por fim, a título de considerações finais, refletimos sobre os desafios e potencialidades da caracterização do conceito de informação à luz da semiótica Peirciana.

## **2 UM BREVE PASSEIO PELA SEMIÓTICA PEIRCEANA**

A Semiótica, na filosofia peirceana, é considerada uma ciência normativa que oferece um guia para o raciocínio autocontrolado e autocorretivo por meio do qual todo agente, idealmente, seria capaz de se aproximar da realidade por meio da experiência (Bellucci, 2014). Peirce entende que a realidade se apresenta em três categorias distintas à experiência que demarcam as condições do que pode ser conhecido, do que é inteligível e, como tal, do que pode ser objeto da Semiótica. O autor descreve essas três categorias da experiência como: “[...] o ser da possibilidade qualitativa positiva, o ser do fato efetivo e o ser da lei que governará os fatos no futuro” (Peirce, 1931, p. 24, CP 1.23, de 1896).

A primeira categoria descreve a experiência da possibilidade real, a qualidade de sentimento, as sensações, a disposição para criação que promove o desdobramento do fenômeno em diferentes camadas de possibilidade. A segunda categoria compreende a experiência de ação e reação, o fato efetivo, do aqui e agora, do choque com o outro. A terceira categoria engloba as experiências de hábitos, lei, mediação e intermediação que medeiam a interação entre a primeira e a segunda categorias. Essas três categorias estão inter-relacionadas e entrelaçadas na dinamicidade de sentimentos, ações e hábitos que permeiam o mundo da experiência. No fluxo da experiência, podemos identificar a predominância de uma categoria sobre a outra, entretanto, por serem indissociáveis, a consideração individual de cada categoria é realizada apenas para fins de análise.

Para ilustrar os três modos da experiência, imaginemos em um campo intocado de grama verde. O verde do campo pode ser experienciado como uma qualidade que não apresenta nenhuma forma específica, que oferece muitas possibilidades para o surgimento de novas espécies de flores e da observação de diferentes formas de fauna. Como pura potencialidade, o gramado intocado pode ser percebido como um espaço aberto a inúmeras possibilidades, podendo ser um espaço para surgimento de qualidades e criação que, por não definir nada<sup>1</sup>, tem a capacidade de se tornar qualquer coisa. Agora, imaginemos que alguém caminha por esse campo e, ao fazer

---

<sup>1</sup> No inglês, esta ideia é representada pelo termo *nothingness* ('nadidade') e pode ser comparada à ideia de não-coisa, 'no-thing', o que não é, necessariamente, equivalente à ideia da palavra 'nada' no português.

isso, deixa uma marca momentânea na grama que desaparece algumas horas depois. Essa marca pode ser compreendida como uma experiência de existência, uma reação do contato dos pés com a grama que se dá no tempo e no espaço. Por fim, imagine que muitas pessoas caminham regularmente por esse campo, moldando um caminho na grama que resiste ao tempo e pode orientar a ação de outras pessoas. Isso cria uma forma, indicando um hábito de ação coletiva que, por sua vez, medeia as possibilidades do campo intocado e o contato físico constante dos passageiros. Como hábito, a indicação de um caminho tem alguns efeitos duradouros, mas pode ser dissolvido se os passageiros pararem de caminhar pelo campo verde.

Fundamentada pelas categorias da experiência, a semiótica é compreendida como uma ciência da observação por meio da qual pesquisadores e agentes contemplam o objeto de interesse buscando desvelar suas propriedades em termos de qualidade, existência e mediação (Silveira, 2008; Peirce, 1931, CP 2.277). Segundo Peirce, a semiótica oferece um método para que a comunidade científica seja capaz de aprender por meio da experiência a fim de adequar a ação coletiva em busca de um ideal de conduta. Assim, cabe à Semiótica analisar como *devem ser* os caracteres de todos os signos utilizados por uma inteligência “científica”, isto é, por uma inteligência capaz de aprender por meio da experiência (Peirce, 1931, CP 2.277).

Deste modo, cabe à semiótica fornecer ferramentas para o desvelamento das consequências necessárias do objeto de interesse na busca da adequação da conduta perante o real. Segundo Peirce, por meio de raciocínio e informação, podemos acessar o real através do desvelamento de signos, mas somente de forma parcial, pois nosso conhecimento é falível e a realidade é dinâmica. Nas palavras do autor:

O real, então, é aquilo que, mais cedo ou mais tarde, informação e raciocínio poderiam finalmente nele resultar, e que portanto independe dos meus e dos seus caprichos. Então, a verdadeira origem da concepção de realidade mostra que esta concepção envolve a noção de COMUNIDADE sem limites definitivos, e capaz de um crescimento de conhecimento definitivo. (Peirce, 1934, p. 1795, CP 5.331, grifos do autor, tradução nossa).

Peirce compreende a noção de real em dois sentidos: como aquilo que independe do que pensamos sobre ele e como uma doutrina oposta ao nominalismo, isto é, um realismo que considera que alguns universais são reais, isto é, que há predicados que correspondem a padrões do mundo independente na conceituação humana (Stjernfelt, 2014). Stjernfelt (2014, p. 106) explica que Peirce “[...] era um realista no sentido simples de que ele considerava que a realidade não era afetada pelo que ninguém pensava sobre ela”. Além disso, Stjernfelt (2014, p. 106) ressalta que Peirce compreende “[...] certos universais como reais, certos predicados como correspondendo a padrões no mundo - o sentido de realismo oposto ao nominalismo”.

Nesse cenário, Peirce (1992) compreende que o empreendimento da semiótica, como ciência que permite desvelar as características do real, possibilita aos agentes se aproximar da verdade. O autor (Peirce, 1992, p. 139) enfatiza que “[...] a opinião que está fadada a ser finalmente aceita por todos os investigadores, é o que entendemos por verdade”. A noção de verdade é considerada como um estado ideal que encontramos no fim da inquirição (Legg, 2014); todos capazes de aplicar o método científico podem se aproximar da verdade e, assim, conhecer aspectos da realidade.

A análise semiótica do que podemos conhecer sobre o real está na base do pragmatismo Peirciano, de acordo com a qual o conhecimento que temos de um dado objeto é caracterizado pelas possíveis consequências (ou disposições) que este objeto possa ter em nossa conduta em um dado estado de informação (ou contexto) (Peirce, 2000, p. 284, CP 5.402, [de 1878]):

[...] o teor racional de uma palavra ou outra expressão reside, exclusivamente, em sua concebível influência sobre a conduta da vida: de modo que, como obviamente nada que não pudesse resultar de um experimento pode exercer influência direta na conduta, se se puder definir acuradamente todos os fenômenos experimentais concebíveis que a afirmação ou negação de um conceito poderia implicar, ter-se-ia uma definição completa do conceito e **nele não há absolutamente nada mais.**

A aplicação da máxima pragmaticista na busca pela verdade e daquilo que podemos conhecer sobre o real, coloca o conceito de informação e, por consequência, de *dicisigno*, no centro da análise semiótica. Isto se dá pois *dicisignos* são considerados ‘promotores da verdade’ (em inglês *truth-makers*). Como veremos em profundidade na seção 4, o duplo aspecto do *dicisigno* permite ancorar a representação do objeto ao fato representado, indicando caminhos para averiguação da verdade do fato que representa por meio de experiência colateral. Além disso, o *dicisigno* incorpora a forma de seu objeto por meio de suas próprias habilidades representativas, consolidando a parte descritiva da representação *sínica*. Essa característica possibilita ao agente intervir na representação no objeto de interesse e, a partir da imaginação de cenários possíveis, extrair mais informação do que estava presente na representação inicial do objeto representado. Para melhor clarificar o papel do *dicisigno* no processo informacional, introduzimos, na próxima seção, o conceito de *semiosis*, de *signo*, bem como de seus correlatos: *objeto*, *signo-veículo* e *interpretante*.

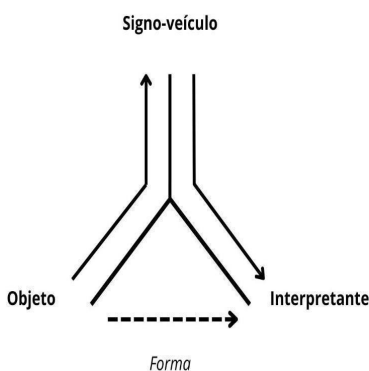
### 3 O SIGNO E SEUS CORRELATOS

Em termos gerais, *signo* é compreendido como uma relação envolvendo três elementos indissociáveis que não podem ser reduzidos a relações binárias. Estes elementos cumprem três funções lógicas distintas: (i) ao *objeto do signo* cumpre determinar o (ii) *signo-veículo* que, por sua vez, incorpora a forma de seu objeto e gera o (ii) *interpretante do signo*, ou um signo mais desenvolvido, também descrito como os possíveis efeitos que o signo-veículo, determinado por seu objeto, pode exercer na conduta.

A interrelação entre estas três funções lógicas é a base do processo de ação *sínica* ou *semiose*, i.e., “[...] uma ação, ou influência, que é, ou envolve, uma cooperação entre três elementos, como um signo, seu objeto, e seu interpretante, esta influência trivalente não sendo de forma alguma redutíveis a ações entre pares” (Peirce, 1998, p. 41, [de 1907], tradução nossa). Nadin (2000) observa que o processo de *semiose* se desenvolve em distintas direções, do passado para o futuro, do futuro para o presente, mas também do presente em direção ao passado. Para Peirce, signos são inter-

pretados em processos temporais, nos quais signos anteriores influenciam como as coisas são interpretadas no aqui e agora, assim como os hábitos que os signos representam possibilitam processos de antecipação permitindo que expectativas futuras influenciem o presente. Reproduzimos a seguir um diagrama da noção triádica de signo e de seus correlatos:

Figura 1 – Diagrama da noção peirceana de signo e seus correlatos



Fonte: Adaptada do texto “On Peirce’s notion of information” (Queiroz; El-Hani, 2007).

De acordo com a semiótica Peirceana, o signo-veículo é algo que está no lugar de outra coisa, seu objeto, e *medeia* processos dinâmicos de interpretação, a partir da geração de interpretantes sustentada por hábitos de ação. Por exemplo, imagine que você recebe um presente de alguém e, compreendendo que este presente é um signo, você se questiona o que está no lugar deste presente, i.e., qual é seu objeto? O objeto pode ser o *afeto* de quem te presenteou (objeto do signo). Assim, o signo incorpora aspectos do objeto gerando um interpretante do signo, ou o convite que o *presente*, estando no lugar de seu objeto, afeto, faz. Este convite pode ter três aspectos: ser emocional, um presente pode nos deixar contentes; pode ser energético, receber um presente pode nos fazer abraçar a pessoa que nos presenciou; ou pode ser lógico: podemos não compreender o

significado daquele presente e questionarmos, afinal, este presente está no lugar do quê? Essas questões possibilitam o desvelamento das camadas de significado que o presente, assim como o ato de presentear, incorporam.

Cabe clarificar que, em um signo, em seu sentido amplo, o que entendemos por objeto, signo-veículo, e interpretante, não são coisas, objetos concretos ou pessoas, mas a *função lógica* desempenhada pelos elementos que compõem uma dada semiose. Como exemplo, pensemos nos diversos papéis que um chocolate pode desempenhar em uma cadeia semiótica (para além do convite irresistível de saborear um chocolate a partir do simples fato de ler o termo ‘chocolate’). Um chocolate é um signo-veículo, objeto ou interpretante? Se o chocolate está no lugar de uma outra coisa, por exemplo, se for um presente como no exemplo acima, podemos entender que o chocolate cumpre a função lógica de signo-veículo. Se vemos o desenho de um chocolate, ou até mesmo a palavra ‘chocolate’ escrita, o chocolate determinando o desenho/palavra cumpre a função lógica de objeto. Por fim, se alguém sabe que alguma pessoa gosta de chocolate, e ao ver esta pessoa, alguém lhe oferece chocolate, o chocolate cumpre a função lógica de interpretante, pois é a determinação da ação que possibilita a continuação da semiose.

O *signo-veículo*, ou *Representamem*, é o correlato mais simples, não composto, do signo em seu sentido amplo. O Objeto do signo, por sua vez, é subdividido em duas instâncias: *Objeto Imediato*, isto é, o objeto contido no signo ou o ‘objeto como o signo o representa’; e o *Objeto Dinâmico* do signo, isto é, o objeto que determina o signo-veículo “[...] ou Objeto realmente eficiente, mas não imediatamente presente” (Peirce, 1958, p. 2748). Bellucci (2015, p. 413, tradução nossa) argumenta que “apenas proposições possuem objetos imediatos”<sup>2</sup>, isto significa que objetos imediatos apenas existem em signos proposicionais, isto é, em dicisignos e argumentos (que são signos estruturados a partir de dicisignos). Assim, objeto imediato constitui a parte do signo-veículo “[...] que separadamente, ou independentemente, indica seu objeto” (Peirce, 1998, p. 307, tradução

<sup>2</sup> Para uma análise completa do objeto imediato a partir de uma interpretação não-fregeana ver Bellucci (2015).

nossa). Como veremos na próxima seção, objetos imediatos são índices que, no interior de dicisignos, fazem referência ao objeto dinâmico.

Silveira (2008, p. 46) ressalta que o objeto dinâmico só pode ser alcançado por “*uma experiência que independa daquele signo*”, ou seja, por experiência colateral. Entendemos *experiência colateral* como a experiência possibilitada por uma cadeia semiótica independente daquela cuja atenção está sendo direcionada. É importante compreender que estar ‘dentro do signo’ significa pertencer a função lógica do signo-veículo, enquanto estar ‘fora do signo’, significa cumprir o papel lógico de determinar o signo-veículo. Ambas as funções são sgnicas, pois fazem parte da relação triádica signo-objeto-interpretante. Pensemos em um cartão postal com a foto e o nome de uma cidade. Neste contexto, a representação da cidade ilustrada no cartão postal (seja existente ou imaginária) cumpre a função lógica de objeto dinâmico do signo, pois determina uma possível forma de representação no cartão postal, por exemplo, a ilustração de seu famoso rio. O cartão postal, por sua vez, cumpre o papel de signo-veículo pois representa a cidade em questão. A partir da interpretação de Bellucci (2015) sobre o objeto imediato, temos que o nome da cidade estando no interior do signo-veículo, cumpre o papel de objeto imediato, pois indica separadamente o objeto dinâmico. A cidade enquanto objeto dinâmico pode ser experienciada por outras formas, i.e., por experiência colateral, por exemplo, ao assistir um vídeo ou mesmo realizar uma visita à cidade. Assim, o objeto dinâmico não é algo que pode ser acessado ‘em si mesmo’, mas apenas algo que cumpre uma função lógica de determinar o signo-veículo que, por sua vez, determina o interpretante do signo.

O interpretante ou terceiro correlato do signo é subdividido em três categorias, quais sejam: *Interpretante Imediato*, considerado o signo gerado, mais desenvolvido, que permite a continuidade da semiose através do desdobramento das possíveis implicações que um determinado objeto pode exercer na conduta de alguém; (ii) *Interpretante Dinâmico*, ou efeito real de um signo em um intérprete real (seja um ser humano ou não-humano); (iii) *Interpretante Final*, que “refere-se ao modo em que o signo tende a representar a si mesmo em sua relação com seu objeto” (Peirce, 1933,

p. 1502, CP 4.536, [de 1906], tradução nossa). Bellucci (2018, p. 315, tradução nossa) explica que:

O interpretante imediato é o signo que um signo objetiva produzir; o interpretante dinâmico é o signo que ele de fato produz; e o interpretante normal [i.e. final] é o signo que ele deve produzir [...] o interpretante normal é a representação “final” que uma investigação científica satisfatória do signo deve produzir.

Segundo Silveira (2008, p. 49), “[...] o interpretante final, ou normal, determina um hábito de conduta, cuja meta será a interação efetiva com o objeto dinâmico do signo”. Através do interpretante final, nos aproximamos do objeto dinâmico por meio de experiência colateral, possibilitando a adequação da conduta às exigências do meio. O interpretante do signo não é apenas a geração de um signo mais desenvolvido que possibilita a continuação do processo de semiose, ou o efeito do signo em um agente; o interpretante do signo também é responsável por representar a relação signo-objeto-interpretante que, se suficientemente desenvolvida, constitui uma forma de guiar a comunidade para a adequação de conduta perante o objeto analisado.

A partir da subdivisão dos correlatos do signo, é possível investigar as consequências lógicas da relação entre signo e objeto dinâmico que se desdobram nos signos icônicos, indiciais e simbólicos. Na relação entre signo-veículo e objeto, ícones representam seu objeto por assemelhar-se a ele por meio de suas próprias habilidades representativas, i.e., ícones incorporam a forma de seu objeto ao representar a relação entre as partes do objeto representado. Índices, por sua vez, referem-se ao seu objeto de representação por relação de causa e efeito, por estarem fisicamente vinculados ao objeto de representação. Por fim, símbolos são entendidos como um tipo de signo “[...] que se refere ao objeto que denota por meio de uma lei, normalmente por uma associação de ideias gerais, que atua para fazer com que o símbolo seja interpretado como referindo-se àquele objeto” (Peirce, 1931, p. 368, CP 2.249, [de 1903]). Peirce compreende que “[...] um símbolo, se suficientemente completo, sempre envolve um índice, assim como um índice suficientemente completo sempre envolve um ícone” (Peirce, 1931, p. 368, CP 2.249, [de 1903]).

Em relação ao interpretante do signo, podemos investigar os desdobramentos da relação entre signo e interpretante imediato em termos de possibilidade, existência e lei. Por exemplo, o termo isolado “vermelho” é um símbolo que, em relação ao seu interpretante, é um signo de pura possibilidade: ele representa uma característica de um objeto possível, mas não faz qualquer referência ao objeto que poderia descrever (Peirce, 1931, CP 2.250, [de 1903]). Se alguém diz “algo é vermelho” sem especificar ao que “algo” se refere, a propriedade de atribuição ‘vermelho’ é simplesmente um adjetivo que pode ser aplicado a um objeto qualquer. Os signos remáticos têm seu interpretante imediato implícito: a determinação de um signo mais desenvolvido não está presente no próprio signo. Em outras palavras, o signo-veículo determinado por seu objeto não gera um interpretante ou signo mais desenvolvido.

Signos remáticos constituem a estrutura lógica das proposições ou dicisignos. Grosso modo, um dicisigno ou signo dicente é um signo duplo composto por um ícone e um índice remático estruturados por uma sintaxe. Em outras palavras, signos dicentes são signos estruturados pela justaposição de ícones e índices que atuam como interpretantes de existência pois reivindicam que a relação ícone/índice é sustentada para além de sua representação sígnica. Assim como os signos remáticos, dicisignos possuem interpretantes imediatos implícitos, isto é, o signo-veículo cujo relação com seu interpretante é de existência não gera, por si só, um signo mais desenvolvido.

Enquanto os dicisignos são estruturados por ícones remáticos e índices remáticos, os argumentos são signos compostos por dois ou mais dicisignos estruturados por um princípio lógico. Em relação ao seu interpretante, o argumento é um signo de lei (Peirce, 1931, CP 2.252, [de 1903]). Diferente dos remas e dos dicisignos, os argumentos têm seu interpretante imediato explícito, isto é, sua conclusão. Enquanto os dicisignos indicam separadamente o seu objeto (que se torna explícito pela sua indexicalidade), os argumentos indicam separadamente a sua conclusão, tornando explícito o seu interpretante imediato. Na próxima seção, aprofundamos o estudo do signo dicente enfatizando sua relação com a noção de informação.

#### **4 SIGNO DICENTE E SEU PAPEL NO PROCESSO INFORMACIONAL**

Na semiótica de Peirce, o estudo do dicisigno atinge um patamar de relevância tanto no estudo dos processos informacionais, quanto na investigação de raciocínios criativos em que processos de pensamento autocontrolados possibilitam a extração de mais informação a partir da experimentação com diagramas (i.e., dicisignos). Nesta seção, apresentamos as principais características do signo dicente, conferindo especial atenção ao seu papel no processo informacional. Como introduzimos brevemente na seção acima, o dicisigno é considerado um signo duplo composto por um ícone e um índice estruturados por uma sintaxe. Podemos, ainda, compreender que o dicisigno se estrutura na colocalização, justaposição, ou em algum tipo de relação de vizinhança entre ícone e índice.

Na estruturação do dicisigno, ao ícone, ou o predicado de uma dada proposição, cumpre a função de representar as propriedades do objeto que representa por meio de suas próprias habilidades descritivas. Peirce compreende que:

Um ícone puro independe de qualquer finalidade. Ele se apresenta como um signo apenas e simplesmente por exibir a qualidade que pretende significar. A relação com seu objeto é uma relação degenerada. Ele não afirma nada. Se veicula informação, é somente no sentido em que o objeto do qual o ícone é usado para representar transmite informação (Peirce, 1998, p. 306, tradução nossa).

Um exemplo aproximado de ícone puro pode ser experienciado na composição de Messiaen. O músico francês almeja reproduzir a qualidade pura dos cantos e melodias produzidas por diversos tipos de pássaros por meio de composição para piano, entre outros instrumentos. Nesse sentido, a composição de Messiaen se aproxima da representação de um ícone puro, uma vez que incorpora uma qualidade de sentimento sem uma indicação definida sobre o objeto ao qual a qualidade incide. Embora possamos fazer uma abstração para analisar o conceito de “ícone puro”, deve-se notar que as abstrações são simplesmente ferramentas analíticas para uma melhor compreensão da natureza processual da semiose. Um ícone, sem a presença de um índice, forma um predicado insaturado que não tem a capacidade

de transmitir informação. Este ícone, em sua relação com o interpretante, é um rema, ou termo, uma pura possibilidade de significação. Um exemplo comum de ícone insaturado é um termo sem sujeito: \_\_\_\_ é vermelho.

Em relação ao índice, Peirce compreende que “[...] um índice é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto” (Peirce, 2000, p. 52, CP 2.248, [de 1931, p. 368]). Um exemplo clássico de índice é uma pegada na areia; a pegada indica que, no passado, houve algo como um pé ou uma pata que, ao passar pela areia, deixou uma marca. Esta marca pode ser compreendida como signo pois está no lugar de outra coisa, o pé ou pata. Cumpre ressaltar que, para indicar a passagem de um animal pela areia, a pegada, ou índice, precisa incorporar um ícone, isto é, a *forma* da pata ou pé. Stjernfelt (2014, p. 62, tradução nossa) explica que “[i]ndices [...] desempenhariam, então, o papel de conectar certos ícones selecionados à realidade, concedendo-lhes existência e garantindo, assim, sua sobrevivência em relação a outros [signos icônicos]”.

Da mesma forma que encontramos dificuldades em ilustrar um ícone puro, encontrar exemplos de índice puro exige um certo grau de abstração. Peirce (1998, p. 306, tradução nossa) esclarece que “[um] índice puro simplesmente força a atenção para o objeto com o qual reage e coloca o intérprete em reação mediata com esse objeto, mas não transmite nenhuma informação”. Por exemplo, uma seta que aponta para algum lugar indefinido pode ilustrar, em alguma medida, um índice puro. Isso porque a seta apenas aponta para algo, mas não delimita o que está indicando ou para onde está apontando.

Nesse contexto, Peirce resalta que:

É notável que, enquanto nem um ícone puro nem um índice puro possam afirmar alguma coisa, um índice que força algo a ser um ícone, como faz um cata-vento, ou que nos obriga a considerá-lo como um ícone, como faz a legenda sob um retrato, faz uma afirmação e *forma uma proposição* (Peirce, 1998, p. 307, tradução nossa, grifo nosso).

Os exemplos fornecidos por Peirce ilustram como a incorporação de um ícone por um índice, no caso do cata-vento, ou a relação de vizinhança entre ícone e índice, no caso do retrato com a legenda, representam seu objeto por descrição e referência formando uma proposição, ou dicisigno que, por sua vez, está apto a veicular informação.

Uma outra forma de compreender a estrutura sónica do dicisigno, proposta por Stjernfelt (2019), é em termos da colocação que ocorre quando um ícone e um índice apresentam algum tipo de estrutura em uma “vizinhança espaço-temporal de algum tipo”. Peirce (1958) descreve este tipo de colocação como uma justaposição entre ícone e índice, como ilustrado no exemplo acima citado de um retrato com uma legenda: o retrato descreve imagetivamente o objeto representado a partir de suas próprias habilidades representativas enquanto a legenda, separadamente, indica o objeto ao qual o retrato se refere. Para satisfazer o critério de colocação, tanto a descrição quanto a referência do objeto devem estar topologicamente conectadas, ou seja, a legenda deve estar próxima do retrato para poder, pelas regras convencionais, indicar quem está sendo retratado pela pintura. Dessa forma, a conexão topológica consolida a sintaxe de uma proposição multimodal pela colocação de um ícone e um índice (Stjernfelt, 2019).

Na constituição do signo dicente, índices são concebidos como signos que apontam separadamente para o objeto ao qual as propriedades icônicas incidem, indicando a localização espaço-temporal do objeto representado. Na constituição de um signo proposicional, índices cumprem a função lógica de objetos imediatos. Assim, dicisignos possuem dois objetos: o objeto dinâmico ou aquele que determina o signo-veículo; e o objeto imediato, ou o índice que, separadamente, indica o objeto dinâmico. Como explica Bellucci (2015, p. 411, tradução nossa), o objeto imediato é “[...] a referência feita dentro do signo ao objeto dinâmico, o modo em que o signo indica seu objeto”. Em suma, cabe ao índice a função de representar o objeto dinâmico por meio de referência, enquanto ao ícone cumpre descrever o objeto dinâmico por meio de suas próprias habilidades representativas.

Os signos informativos podem operar em três direções: (i) Por autorreferência: o signo refere-se a si mesmo a partir de sua função como signo-veículo. É como se o signo avisasse que não é o objeto que representa, mas está no lugar dessa coisa representada. Por exemplo, em um nicho de hábitos compartilhados, as listras amarelo-pretas de uma vespa comunicam que as cores, como signo-veículo, representam que esta vespa listrada de amarelo-preto é um inseto perigoso<sup>3</sup>. (ii) Por indicar separadamente seu objeto: dicisignos referem-se inicialmente ao objeto dinâmico como um meio de conectar o predicado, ou ícone que exerce a função descritiva, a um objeto real (sendo ficcional ou não). No exemplo acima, o signo constituído pelas listras amarelo-pretas configura um índice que incorpora um ícone formando a proposição segundo a qual este determinado inseto, que exhibe este determinado padrão de cores, segundo o código estabelecido, convida à interpretação de perigo. Finalmente, (iii) por referência à relação signo-objeto dinâmico: o signo informacional refere-se a própria relação entre signo-veículo e objeto dinâmico *afirmando* que a conexão dicisigno-objeto dinâmico é verdadeira. Esta afirmação convida à interpretação de que o conteúdo proposicional representado é verdadeiro, por este motivo, dicisignos são considerados interpretantes de existência.

O interpretante de um dicisigno é a própria *afirmação* de que a conexão signo-objeto dinâmico se sustenta, ou seja, de que a representação proposicional por descrição e referência é adequada para representar o objeto dinâmico. Isso significa que o interpretante afirma que a descrição icônica do objeto está indicialmente conectada ao objeto dinâmico que busca representar. Neste contexto, Peirce compreende que o interpretante do dicisigno “[...] representa uma relação existencial real, ou uma secundidade genuína, como subsistindo entre um dicisigno e o objeto real do dicisigno” (Peirce, 1931, p. 388, CP 2.310, [de 1903], tradução nossa). Stjernfelt (2014, p. 68, tradução nossa, grifo nosso) explica que “[...] o interpretante não é meramente o predicado, mas a *afirmação*, tornada possível pela sintaxe, de que o predicado realmente descreve ao objeto existente”. Em outras palavras, o interpretante de existência do dicisigno é a própria afirmação de que seu caráter proposicional espelha as características do objeto por ele re-

---

<sup>3</sup> Este exemplo é apresentado em Stjernfelt (2019).

presentado. Isto significa que a estrutura da proposição espelha a estrutura do fato representado, “[...] porque os estados de coisas ou fatos, na filosofia de Peirce, são estruturas da realidade, distintas de simples subconjuntos da realidade” (Stjernfelt, 2014, p. 74, tradução nossa). Nesse contexto, Peirce (1931, p. 184, CP 2.320, tradução nossa) argumenta que “todo signo informacional, portanto, envolve um fato, que é sua sintaxe”.

Peirce compreende que *fatos* possibilitam a atribuição de verdade<sup>4</sup> aos signos proposicionais uma vez que proposições têm a capacidade representativa de espelhar a estrutura do próprio universo. O autor explica que:

[o] que chamamos um ‘fato’ é algo que possui a estrutura de uma proposição, mas supomos ser um elemento do próprio universo. O propósito de todo signo é expressar um ‘fato’, e compondo-se (*being joined*) com outros signos, chegar o mais próximo possível da determinação de um interpretante [...]” (Peirce, 1998, p. 304, tradução nossa).

Stjernfelt (2014, p. 236) ressalta que “[...] fatos são *truth-makers* de proposições, e a informação contida na proposição é a informação sobre o fato”. Nesta linha de argumentação, Stjernfelt (2014) explica que o realismo de Peirce depende da habilidade dos discisignos de representar, a partir de sua estrutura proposicional, aspectos da realidade. Assim, cabe ao discisigno não apenas gerar interpretantes de existência, mas também representar sua própria capacidade representativa por meio de autorreferência. Stjernfelt (2014, p. 72, tradução nossa, grifo nosso) explica que:

Em certo sentido, é a autodescrição do discisigno que relaciona de que forma o discisigno descreve seu objeto. À primeira vista, o discisigno diz: ‘Aqui está um objeto O que tem a propriedade P’; a dedução do Syllabus agora afirma que isto é apenas uma abreviação, tornada possível por uma *estrutura subjacente* e mais complicada que pode receber a seguinte formulação coloquial: ‘Aqui está um objeto O, realmente conectado a este signo, e esta conexão garante a verdade da afirmação ulterior deste signo de acordo com a qual este predicado é válido para aquele objeto: P’. Portanto, o predicado aparente do discisigno está integrado em um predicado implícito e

<sup>4</sup> No inglês, fatos são *truth-makers* de proposições.

mais complicado que descreve o próprio dicisigno<sup>5</sup>.

O predicado implícito do dicisigno é a afirmação que subjaz a estrutura mais complexa da realidade que pode ser compreendida como uma forma, uma disposição para unidade, um código, uma sintaxe anterior, ou ainda hábitos de curta ou longa duração. A ideia de *forma* nos remete ao realismo da terceiridade que direciona a cadeia semiótica para o futuro, i.e., medeia a semiose e, por sua vez, o crescimento de signos, em direção a uma finalidade (definida teleologicamente, mas não pré-determinada). Ferraz (2020, 2025) enfatiza que informação não é apenas o resultado da sintaxe ícone-índice, mas a *antecipação* da sintaxe que garante a colocação entre ícone e índice, de acordo com um hábito de conduta: “[...] informação não é somente resultado da intersecção multiplicativa [sintaxe] entre compreensão [ícone] e extensão [índice], mas é justamente a antecipação de interpretação que causou essa a intersecção ou copulação”. (Ferraz, 2025, p. 206).

Assim, podemos compreender que é precisamente na *sintaxe* que subjaz a principal característica da constituição de signos que veiculam informação pois sua estruturação possibilita representar um processo dinâmico que sustenta aspectos de *novidade* e de *realidade*. Enquanto o ícone é a quantidade supérflua que possibilita novidade na dinâmica do processo semiótico, o índice ancora a semiose indicando separadamente o objeto descrito na proposição. Estruturados por uma sintaxe, ícone e índice veiculam informação gerando interpretantes de existência que afirmam a verdade do fato que representam.

Entendemos que Peirce (1982, p. 467) explicita o caráter dinâmico do processo informacional ao caracterizar o conceito de informação como a quantidade supérflua da representação icônica, ou compreensão de um termo (na linguagem da lógica proposicional), na representação de seu objeto. Esta quantidade ‘supérflua’ ou ‘adicional’ de compreensão pode ser desvelada por meio de experimentação imaginativa a partir do signo icônico presente no dicisigno. Assim, o entretenimento da representação

<sup>5</sup> Este tópico incita a investigação do estatuto ontológico e epistemológico da sintaxe que estrutura o dicisigno, porém, tal discussão está além do escopo do presente capítulo (para mais detalhes: Peirce, 1998, p. 300-324 e Stjernfelt, 2014).

icônica de objetos de interesse permite trazer possibilidades à existência. Nas palavras de Peirce (1982, p. 467, tradução nossa):

Então, informação evidencia a compreensão supérflua [de um termo]. E então como todo termo deve possuir informação, todo termo possui compreensão supérflua. E, assim, sempre que fazemos com que um símbolo expresse alguma coisa ou algum atributo, não podemos torná-lo tão vazio que não tenha compreensão supérflua.

A análise da compreensão supérflua de um signo informativo explicita o processo de conceber forma (in-formar). Tal processo também pode ser compreendido como parte do crescimento de organização, de ajuste e de desenvolvimento de uma cadeia semiótica. O crescimento da semiose, a partir do desvelamento de novas propriedades de atribuição aos objetos sob escrutínio, se torna possível por meio de raciocínio sobre signos lógicos, principalmente sobre diagramas, que são dicisignos por excelência.

Em um diagrama, a quantidade supérflua de compreensão pode ser desvelada através da imaginação de possíveis cenários que busquem representar propriedades possíveis do objeto de interesse. O aspecto icônico dos diagramas, ao representar o objeto por meio de suas próprias habilidades, possibilita ao investigador experimentar diferentes arranjos da relação entre as partes do objeto representado iconicamente. A partir de tal experimentação, o agente é capaz de derivar novas propriedades do objeto representado e observar potenciais relações entre as partes do diagrama que não foram consideradas no início de seu desenvolvimento (Peirce, 1976). Peirce explica que “[u]ma característica extraordinária dos diagramas é que eles *mostram* [...] que uma consequência se segue e, mais maravilhoso ainda, que ela resultaria sob todas as variedades de circunstâncias que acompanham as premissas.” (Peirce, 1976 [1909], p. 317-318, tradução nossa). Assim, a experimentação com diagramas possibilita o desvelamento de propriedades que não estavam imediatamente representadas na projeção diagramática inicial (para mais detalhes, consultar Stjernfelt, 2007, 2014).

Em suma, dicisignos reivindicam a verdade do fato expresso em sua estrutura, isto é, que o objeto determinado pelo índice está realmente conectado às propriedades incorporadas pelo ícone. Assim, signos dicentes

dizem algo sobre alguma coisa e, mais importante, reivindicam a verdade do fato que representam, isto é, reivindicam que a representação por descrição e referência do objeto representado é verdadeira (ver Bellucci, 2014, 2018; Vitti-Rodrigues, 2022). Podemos sumarizar as principais características do signo dicente na tabela abaixo:

Quadro 1 – Principais características do signo Dicente

|     |                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | Signo duplo constituído por pelo menos um ícone e um índice estruturados por uma sintaxe  |
| (2) | Possui dois objetos: objeto dinâmico e imediato                                           |
| (3) | Refere-se a si mesmo, ao seu objeto e à relação signo-objeto dinâmico                     |
| (4) | Seu interpretante reivindica que, de fato, o signo-veículo representa seu objeto dinâmico |
| (5) | A sintaxe expressa um fato que possui a estrutura de uma proposição                       |
| (6) | Dicisignos veiculam informação                                                            |

Fonte: Elaborado pela autora.

As características acima descritas permitem melhor compreender como dicisignos são capazes de veicular informação de acordo com a Semiótica peirciana. Na próxima seção, apresentamos o conceito de informação focalizando a caracterização de signo como meio para a comunicação de uma forma, enfatizando as interpretações de De Tienne (2005, 2006), Queiroz e El-Hani (2007) e El-Hani, Queiroz e Emmeche (2009, p. 93).

## 5 INFORMAÇÃO E SIGNO COMO ‘MEIO PARA A COMUNICAÇÃO DE UMA FORMA’

A presente seção introduz possíveis caracterizações da noção de informação a partir do conceito de signo compreendido como “*um meio para a comunicação de uma forma*” (Peirce, 1998, p. 544, tradução nossa). Nas palavras de Peirce (1998, p. 544, tradução nossa):

[...] Signo pode ser definido como um Meio para a comunicação de uma forma [...] Como um meio, o signo está essencialmente em uma relação triádica, com o seu Objeto que o determina, e com seu Interpretante que pelo signo é determinado [...] O que é comunicado do Objeto por meio do Signo ao Interpretante é uma Forma. [...] O Ser de uma Forma consiste na verdade de uma proposição condicional. Sob certas circunstâncias, algo pode ser verdadeiro.

A ideia de forma pode ser compreendida como um hábito de ação, uma lei ou regularidade, que permite a interpretação de sua funcionalidade como indicativo de uma classe particular de entidades, eventos, fatos e processos. Inspirados nessa caracterização de signo, El-Hani, Queiroz e Emmeche (2009) propõem que o conceito de informação pode ser caracterizado como um processo<sup>6</sup> de comunicação da forma do objeto, via signo, para um interpretante. A forma comunicada é considerada uma propriedade do objeto que, incorporada no signo, direciona a cadeia semiótica a partir da geração de interpretantes:

De acordo com nossa interpretação das ideias de Peirce, informação possui uma natureza processual: é um processo de comunicação de uma forma para o Interpretante que opera com uma influência restritiva sobre os possíveis padrões do comportamento interpretativo (El-Hani; Queiroz; Emmeche, 2009, p. 292, tradução nossa).

El-Hani, Queiroz e Emmeche (2009) *aproximam* o conceito de informação ao conceito de semiose: informação é um processo de veiculação de formas que se estabelece na ação do signo constituída em um processo genuinamente triádico. Nas palavras dos autores: “[Informação ≈ semiose] Um processo triádico-dependente por meio do qual uma forma, incorporada no Objeto de modo habitual, é comunicada para um Interpretante por meio da mediação do Signo” (El-Hani; Queiroz; Emmeche, 2009, p. 292, tradução nossa). A partir desta caracterização geral da noção de informação, os autores propõem dois tipos de processos relacionados: Informação potencial e informação efetiva.

---

<sup>6</sup> Para uma discussão aprofundada sobre a noção de *processo* ver Gudwin (2025).

Informação potencial é caracterizada como “[...] um processo de comunicação da forma de um Objeto para um Interpretante por meio da mediação de um Signo que poderia realizar-se em um dado momento” (El-Hani; Queiroz; Emmeche, 2009, p. 293, tradução nossa). Já informação efetiva é compreendida como:

O processo pelo qual um Signo efetivamente produz um efeito (Interpretante) em algum sistema semiótico (um intérprete) fazendo com que o Interpretante permaneça numa relação similar a outra coisa (o Objeto do Signo) como aquela em que o Signo ele mesmo permanece. Então, o Signo medeia a relação entre Objeto e Interpretante. O Signo efetivamente comunica, neste sentido, a forma do Objeto ao Interpretante, alterando o estado [de conhecimento] do intérprete. (El-Hani; Queiroz; Emmeche, 2009, p. 293, tradução nossa).

Em síntese, os autores compreendem que *informação potencial* diz respeito àquilo que poderá ser transmitido, participando de um processo de comunicação da forma de um objeto, via signo, que pode vir a se realizar. Por outro lado, *informação efetiva* está presente em um processo informacional instanciado em um sistema semiótico particular, veiculando propriamente informação sobre as características que efetivamente participam de um determinado objeto em um dado momento.

De Tienne (2006), também apoiado na caracterização de signo como meio para a comunicação de uma forma, propõe que o processo informacional é instanciado na inter-relação entre os três elementos resultantes da relação entre a noção de forma e os correlatos do signo: Exformação (referente ao Objeto), Transformação (referente ao Signo-veículo) e Metaformação (referente ao Interpretante). O autor ressalta que esses três elementos possuem um propósito em comum: transmitir fielmente a forma presente no objeto, numa tentativa de aproximar a representação signífica à realidade dinâmica a ser representada.

Segundo De Tienne, no processo de *Exformação* as possíveis formas que o objeto disponibiliza ao signo podem ser comunicadas por meio da geração de interpretantes: “Exformação é a emanação de uma forma do

objeto presente na relação sógnica com o propósito próximo de atrair a atenção para ele, o objeto, e para o propósito remoto de dar combustível à máquina semiótica em busca de um telos” (De Tienne, 2006, p. 9, tradução nossa). Como exemplo de Exformação, pensemos em uma árvore e todos seus hábitos incorporados que potencialmente disponibiliza, em uma dada cadeia semiótica, à geração de interpretantes. Uma árvore pode disponibilizar sombra convidando um agente ao descanso, pode convidar pássaros a um banquete, ou ainda ser abrigo para um esquilo. Nesse exemplo, cada possibilidade de conduta disponibilizada pela presença da árvore se deve às múltiplas formas nela presentes.

As disposições contidas no objeto podem ser veiculadas via signo pelo processo que De Tienne denomina *Transformação*, i.e., o processo em que o signo-veículo delimita que formas disponíveis no objeto ele está capacitado a incorporar. Nas palavras do autor (2006, p. 10, tradução nossa):

Transformação é o processo de carregar e transmitir formas extraídas do misterioso, mas atraente, objeto para as formas capazes de reconhecê-las de tal modo que a lei que fornece identidade ao objeto pode progressivamente se manifestar. Como meios, signos são transitórios, atuam por conta do objeto e não em seu próprio nome. Eles veiculam a forma de acordo com sua própria capacidade, e isto depende de sua própria constituição categorial, caso sejam eles qualidades, atualidades ou generalidades.

No processo de Transformação, o signo atua incorporando a forma disponibilizada pelo objeto de acordo com sua capacidade sógnica. Por exemplo, se um signo é um ícone ele apenas transmitirá alguma semelhança ou qualidade presente no objeto, não especificando o objeto como um todo, mas apenas representando-o naquilo que a sua própria forma icônica permite representar. Em nosso exemplo, imaginemos que o objeto árvore é representado por um signo icônico como um desenho no papel. O desenho não será capaz de representar a experiência de sombra ou o alimento proporcionado pela árvore, mas sim as propriedades que o próprio signo-veículo papel e tinta, sendo um ícone, pode incorporar, como o formato da árvore, a cor, etc.

Por fim, De Tienne explica o processo de *Metaformação* que se estabelece na emergência da forma presente no signo em relação ao interpretante. Nas palavras do autor, o processo de transformação pode ser compreendido como “[...] a influência exercida pelo interpretante proativo na medida em que diz respeito à forma recebida pelo signo ou por ele sugerida” (De Tienne, 2006, p. 10, tradução nossa). Ao processo de Metaformação cabe reconstruir a forma presente no objeto, transmitida pelo signo, por meio da relação entre o objeto e o signo-veículo instanciada no interpretante. Em nosso exemplo, a árvore (objeto), uma vez disponibilizando abrigo e comida (signo), faz um convite (interpretante) aos organismos, passarinhos e/ou esquilos, a adequar sua conduta possibilitando processos emergente, por exemplo, a criação de um nicho.

Silveira (2008), comentando o texto de De Tienne, sugere que o interpretante carrega três funções. A primeira diz respeito à reconstituição da forma original que os signos transmitem, ou seja, cumpre ao interpretante a função de incorporar as formas disponíveis no objeto e transmitidas via signo a fim de representar o objeto fidedignamente. A segunda função é sobre a avaliação de fidedignidade desta transmissão, cabendo ao interpretante a tarefa autorreflexiva para atestar em que medida a representação que realiza do objeto condiz com as formas presentes no objeto representado. A terceira função do interpretante refere-se a direção daquela forma para a determinação de uma conduta futura, isto é, nas palavras de De Tienne “[...] o interpretante necessita avaliar se a forma será reconhecida [...] em um futuro, como premissa, e se nela é possível confiar como fonte de informação para interpretantes preencherem suas funções de antecipação” (De Tienne, 2006, p. 10, tradução nossa).

Em síntese, De Tienne propõe que o processo informacional se estabelece na conjunção dos três processos, “distinguíveis, mas inseparáveis”, de Exformação, Transformação e Metaformação. Há informação quando uma forma disponibilizada pelo objeto é restringida pelo signo e comunicada via geração de interpretantes que, em um processo emergente, reconstrói a forma do objeto transmitida pelo signo, avalia a fidedignidade desta transmissão, e possibilita um convite à conduta futura por meio de antecipação do poder representativo do signo.

Inspirados nas abordagens aqui apresentadas, Vitti-Rodrigues e Emmeche (2017, p. 300, tradução nossa) caracterizam o conceito de informação como “[...] o processo de comunicação da forma disponível no objeto por meio da constituição de um discisigno formado pela colocação entre índice-ícone”. Esta definição foi adequada ao contexto da biosemiótica do seguinte modo: “[...] informação é o processo que envolve a reconstrução das formas disponíveis em um objeto por um ser vivo que está apto a ajustar sua conduta de acordo com as consequências concebíveis deste objeto, o que possibilita o crescimento da organização do sistema [ao qual pertence]” (Vitti-Rodrigues; Emmeche, 2017, p. 300-301, tradução nossa).

Esta caracterização aproxima o conceito de informação com a noção pragmática de significado. De acordo com a máxima pragmaticista, a ideia de significado pode ser compreendida como os efeitos concebíveis que o objeto disponibiliza, via signo, para o desenvolvimento da cadeia semiótica através da geração de interpretantes, ou signos mais desenvolvidos que, incorporados na ação, podem servir como guia/convite à conduta futura. Peirce (1934, p. 1831, CP 5.400, tradução nossa) enfatiza que “para desenvolver o significado de algo, temos, portanto, que simplesmente determinar quais hábitos produz, pois o que uma coisa significa é simplesmente os hábitos que ela envolve”. Assim, Vitti-Rodrigues e Emmeche (2017) propõem que o processo informacional se consolida no crescimento da semiose tornada possível pela comunicação das formas do objeto representado, via signo, que possibilita, por sua vez, a emergência de interações significativas entre organismo e ambiente.

Em síntese, apresentamos nesta seção três caracterizações do conceito de informação inspiradas na noção de signo como meio para a comunicação de uma forma. Elas compartilham a defesa do caráter processual da informação que se estabelece na relação triádica e indissociável entre objeto-signo-interpretante. Assim, podemos considerar estas caracterizações de informação como reinterpretações da noção de semiose, ou, para usar a própria teoria peirciana, como signos mais desenvolvidos da ideia de semiose.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresentamos o conceito de informação à luz da semiótica peirciana enfatizando o papel do *dicisigno* no processo informacional. Como vimos, o *dicisigno* é caracterizado como um signo duplo composto por um ícone e um índice estruturados por uma sintaxe cuja função lógica é representar seu objeto por descrição e referência. *Dicisignos* contribuem para a comunicação das formas do objeto que representa e, por possuírem uma parte icônica, possibilitam a extração de mais elementos do que estavam presentes na sua representação inicial. A parte indicial do *dicisigno*, por sua vez, aponta separadamente seu objeto possibilitando a indicação de meios de acesso ao objeto representado por experiência colateral. Enfatizamos, ainda, que ao *dicisigno* cabe à afirmação, por meio de sua sintaxe e autorreferência, de que a justaposição ícone-índice espelha a estrutura do fato por ele representado. Vimos, também, que autores como De Tienne (2006), Queiroz e El-Hani (2007), El-Hani, Queiroz e Emmeche (2009) e Vitti-Rodrigues e Emmeche (2017), aproximam o conceito de informação com a definição peirceana de *semiose*. Nessa perspectiva, informação é compreendida como um processo de transmissão, via signo, das formas disponíveis no objeto que possibilita a adequação da conduta de agentes frente às necessidades do meio.

Antes de encerrarmos o capítulo, convém mencionar alguns desafios que uma caracterização semiótica de informação enfrenta. Por exemplo, explicitamos que o *dicisigno* *veicula* informação, mas não é, em si mesmo, informação. Então, o que seria informação? Compreendemos informação como um processo de crescimento da organização de um sistema a partir da ação do signo, ou *semiose*, que incorpora signos cognitivos (i.e., aqueles que podem ser apreendidos por inteligências científicas, quais sejam, remas, dicentes e argumentos). Entretanto, acreditamos que a relação entre informação, processo, organização e *semiose* precisa ser melhor investigada, compondo, assim, uma das questões deixadas em aberto.

Outro desafio se estabelece na compreensão da habilidade do *dicisigno* em representar ausência. Se entendemos que ausências são informativas, por exemplo, compreendermos que o fato da pessoa com quem você marcou um almoço não aparecer diz algo sobre algo, como um *dicisigno*

poderia veicular tal informação? Qual seria a descrição e referência dessa estrutura proposicional? Talvez uma alternativa seja considerar o contexto de processos semióticos que fornecem algum tipo de contraste que evidencie relações de ausência. Mesmo assim, acreditamos que questões dessa natureza continuam em aberto.

Por fim, cabe elucidarmos a relação entre informação, dicisigno e verdade. Vimos que um dicisigno pode ser verdadeiro ou falso, e que o valor de verdade atribuído a uma proposição dependerá da adequação da proposição ao representar seu objeto por descrição e referência. Apesar do dicisigno reivindicar que a sintaxe por ele representada se sustenta, assim como as proposições, ele pode ser tanto verdadeiro quanto falso. Por exemplo, o Dicisigno ‘esta maçã é azul’, dado que o índice ‘esta’ aponta para uma maçã que não é azul, é falso. Nesse exemplo, a propriedade ‘ser azul’ é atribuída a um objeto que não possui tal propriedade: a sintaxe não se sustenta. A falsidade ou veracidade do dicisigno, nesse contexto, pode ser atestada com suficiente experiência colateral, i.e., a partir do acesso ao objeto dinâmico por meio de outras cadeias semióticas. Em nosso exemplo, se alguém diz ‘esta maçã é azul’, para averiguar o valor de verdade desse dicisigno, poderíamos olhar a maçã cuja referência da proposição incide sobre a propriedade azul. A observação, aqui, cumpriria o papel de experiência colateral, pois possibilitaria o acesso ao objeto dinâmico pela percepção visual. Cabe ressaltar que, falamos em experiência colateral, não queremos dizer experiência direta. Peirce compreende que nossa cognição e, conseqüentemente, a percepção que temos das coisas, se faz por meio de signos (para mais detalhes, recomendamos a leitura de Santaella (2012) sobre a teoria semiótica da percepção desenvolvida por Peirce). Assim, temos que o dicisigno, se verdadeiro, *veicula informação*, não sendo – em si – informação. Seriam apenas dicisignos verdadeiros parte do processo informacional? Qual seria o estatuto da relação existencial que conecta o fato a sua representação signica? Entendemos que mais esforços são necessários para melhor compreendermos a relação entre informação, significado e verdade.

Em síntese, este capítulo apresentou o conceito de informação à luz da semiótica peirciana, enfatizando o papel do dicisigno na veiculação de informação. Introduzimos, também, interpretações contemporâneas do

conceito de informação inspiradas na noção mais geral de signo compreendido enquanto meio para a comunicação de uma forma. Entendemos que o estudo do conceito de informação aqui apresentado pode ser visto como uma ferramenta relevante para a análise de fenômenos contemporâneos que envolvem a noção de informação. Isto porque disponibiliza formas de examinar fenômenos complexos através da observação da dinâmica das relações e de tipos de relações presentes no objeto sob escrutínio. O cuidado na discriminação das funções lógicas presentes no fenômeno, e das possíveis atribuições de verdade e/ou falsidade a estruturas proposicionais, proporciona uma forma de análise não só do conteúdo proposicional, mas de seu próprio poder representativo. Por fim, acreditamos que a riqueza da análise semiótica se dá ao permitir irmos além das fronteiras da linguagem verbal possibilitando o estudo de proposições multimodais que podem envolver sons, imagens, formas, dentre outros aspectos sensoriais.

## REFERÊNCIAS

- BELLUCCI, F. "Logic, considered as Semeiotic": on Peirce's Philosophy of Logic. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, v. 50, n. 4, p. 523-547, Fall 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2979/trancharpeirsoc.50.4.523>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- BELLUCCI, F. Exploring Peirce's speculative grammar: the immediate object of a sign. *Sign Systems Studies*, Tartu, v. 43, n. 4, p. 399-418, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12697/SSS.2015.43.4.02>. Disponível em: <https://ojs.utlib.ee/index.php/sss/article/view/SSS.2015.43.4.02>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BELLUCCI, F. *Peirce's speculative grammar: logic as semiotics*. Abingdon: Routledge, 2018.
- DE TIENNE, A. Information in formation: a Peircean approach. *Cognitio*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 149-165, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/13602/10109>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- DE TIENNE, A. Peirce's logic of information. In: SEMINARIO DEL GRUPO DE ESTUDIOS PEIRCEANOS, 28 sept. 2006, Madrid. *Seminarios [...]*. Pamplona: Universidad de Navarra, 2006. Disponível em: <https://www.unav.es/gep/SeminariodeTienne.html>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- EL-HANI, C. N.; QUEIROZ, J.; EMMECHE, C. *Genes, information, and semiosis*. Tartu: Tartu University Press, 2009. (Tartu Semiotics Library, 8).

FERRAZ, A. A. *A natureza formal da matéria a partir da filosofia de Charles Sanders Peirce*. 221 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

FERRAZ, A. A. O conceito lógico de informação de Charles Sanders Peirce. In: ALMEIDA, C. C.; VITTI-RODRIGUES, M. (org.). *Estudos pluridisciplinares da informação: filosofia, tecnologia e semiótica*. Marília: Oficina Universitária, 2025. p. 194-209.

GUDWIN, R. R. Informação e criatividade computacional. In: ALMEIDA, C. C.; VITTI-RODRIGUES, M. (org.). *Estudos pluridisciplinares da informação: filosofia, tecnologia e semiótica*. Marília: Oficina Universitária, 2025. p. 210-232.

LEGG, C. Charles Peirce's limit concept of truth. **Philosophy compass**, Hoboken, v. 9, n. 3, p. 204-213, Mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/phc3.12114>. Disponível em: <https://compass.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/phc3.12114>. Acesso em: 10 jul. 2025.

NADIN, M. Anticipatory: a spooky computation. In: DUBOIS, D. (ed.). *International Journal of Computing Anticipatory Systems*: Partial Proceedings of CASYS '99, Liège, Belgium, v. 6, p. 3-47, 2000. Disponível em: <https://popups.uliege.be/3041-539x/index.php?id=124>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press. 1931. v. 1-2.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press. 1933. v. 3-4.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press. 1934. v. 5-6.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Arthur W. Burks. Cambridge: Harvard University Press, 1958. v. 7-8.

PEIRCE, C. S. *The new elements of mathematics*. Editado por Carolyn Eisele. The Hague: Mouton; Atlantic Highlands: Humanities Press, 1976. v. 4.

PEIRCE, C. S. *Writings of Charles S. Peirce: a chronological edition: 1857-1866*. Editado por Max H. Fisch. Bloomington: Indiana University Press, 1982. v. 1.

PEIRCE, C. S. *The essential Peirce: Selected philosophical writings (1867-1893)*. Bloomington: Indiana University Press, 1992. v. 1.

PEIRCE, C. S. *The essential Peirce: Selected philosophical writings (1893-1913)*. Bloomington: Indiana University Press, 1998. v. 2.

PEIRCE, C. S. *Semiótica*. Tradução de José Teixeira Coelho Neto. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

QUEIROZ, J.; EL-HANI, C. N. On Peirce's notion of information: remarks in De Tienne's paper "Information in Formation". *Cognitio*, São Paulo, v.8, n. 2, p. 289-298, July/Dec. 2007. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/12232/9919>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SANTAELLA, M. L. *Percepção: fenomenologia, ecologia, semiótica*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SILVEIRA, L. F. B. Informação e verdade na filosofia de Peirce. *Cognitio*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 281-323, jul./dez. 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/13390/9926>. Acesso em: 22 jul. 2025.

STJERNFELT, F. *Diagrammatology: an investigation on the borderlines of phenomenology, ontology, and semiotics*. New York: Springer, 2007.

STJERNFELT, F. *Natural propositions: the actuality of Peirce's doctrine of dicisigns*. Boston: Docent Press, 2014.

STJERNFELT, F. Co-localization as the syntax of multimodal propositions: an amazing Peircean idea and some implications for the semiotics of truth. In: Jappy, T. (ed.). *Bloomsbury companion to contemporary Peircean semiotics*. London: Bloomsbury Academic, 2019. p. 419-458.

VITTI-RODRIGUES, M.; EMMECHE, C. Abduction: can non-human animals make discoveries?. *Biosemitics*, Dordrecht, v. 10, n. 2, p. 295-313, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12304-017-9300-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12304-017-9300-0>. Acesso em: 10 jul. 2025.

VITTI-RODRIGUES, M. Abduction and semiosis. In: MAGNANI, L. (ed.). *Handbook of Abductive Cognition*. Cham: Springer, 2022. p. 1-22. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68436-5\\_8-2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68436-5_8-2). Disponível em: [https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-030-68436-5\\_8-2](https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-030-68436-5_8-2). Acesso em: 11 jul. 2025.



8

**O CONCEITO LÓGICO DE  
INFORMAÇÃO DE CHARLES  
SANDERS PEIRCE**

*THE LOGICAL CONCEPT OF  
INFORMATION OF CHARLES  
SANDERS PEIRCE*

*Alexandre Augusto FERRAZ*

*SEDU/Sorocaba*

*alexfferraz@uol.com.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-1742-397X>*

**Resumo:** O objetivo deste capítulo é apresentar o conceito lógico de informação de Charles Sanders Peirce (1839-2014), descrito entre os anos de 1865 e 1867. Para tal, seguiremos os seguintes passos: Na Seção 1, apresentamos a definição de informação a partir das quantidades dos termos no contexto das concepções lógicas semânticas da *extensão* e da *compreensão*; na Seção 2, definimos *informação essencial* e *informação substancial*, a partir dos conceitos de extensão e de compreensão essenciais e substanciais, mostrando como o atual estado de conhecimento reside num espectro contínuo entre esses dois tipos de informação; na Seção 3, discutimos a relação da informação e interpretante: a informação é o interpretante onde os signos objetivamente se desenvolvem; na Seção 4, mostramos que a informação se situa em um diferente “nível lógico” quando comparada às outras quantidades da extensão e da compreensão e é resultado de uma conjunção copulativa de termos ou intersecção de classes; na Seção 5 mostramos como informação resulta do processo teleológico da interpretabilidade signica, quando aquela junção copulativa se faz necessária para que a interpretação do signo seja possível.

**Palavras-chave:** Informação lógica. Símbolo. Forma. Interpretante. Interpretabilidade.

**Abstract:** The aim of this chapter is to present the logical concept of information proposed by Charles Sanders Peirce (1839-2014), described between 1865 and 1867. To do so, we take the following steps: In Section 1, we present the definition of information based on the quantities of terms in the context of the logical semantic conceptions of extension and comprehension; in Section 2, we define essential information and substantial information based on the concepts of essential and substantial extension and comprehension. We show how the current state of knowledge resides on a continuous spectrum between these two types of information; in Section 3, we discuss the relationship of information and interpretant: information is the interpretant where signs objectively develop; in Section 4, we show that information is situated on a different “logical level” when compared to the quantities of extension and comprehension and it is the result of a copulative conjunction of terms or intersection of classes; in Section 5, we show how information results from the teleological process of sign interpretability, when that copulative conjunction becomes necessary to enable the interpretation of the sign to be possible.

**Keywords:** Logical information. Symbol. Form. Interpretant. Interpretability.

## 1 DEFINIÇÃO LÓGICA DE INFORMAÇÃO

Nos textos *Harvard Lecture X* (Peirce, 1982, p. 272-302, *Writings 1*, de 1865), *Lowell Lecture* (Peirce, 1982, p. 454-471, *Writings 1*, de 1866), *Lowell Lecture IX* (Peirce, 1982, p. 471-488, *Writings 1*, de 1866) e *Upon Logical Comprehension and Extension* (Peirce, 1984, p. 70-86, *Writings 2*, de 1867), Peirce elaborou uma concepção de informação que se insere na lógica tradicional, com o estudo da quantidade dos termos e, derivadamente, das proposições, que são estruturas lógicas compostas por termos. Como ressaltado em trabalhos anteriores (De Tienne, 2006; Ferraz, 2020; Nöth, 2012; Silveira, 2008), Peirce introduz o conceito de informação em sua obra no contexto de sua contribuição à discussão sobre duas concepções lógicas semânticas: “a informação transmitida por um símbolo é uma quantidade resultante das quantidades da **extensão** e da **compreensão** deste símbolo” (De Tienne, 2006, p. 3; Ferraz, 2020, p. 134).

A *extensão* de um termo é definida como a totalidade de objetos reais que se aplicam àquele termo. Um dos exemplos que podemos encontrar no texto de Peirce é em relação ao termo *homem*. A extensão deste termo é composta por todos os homens que conhecemos, incluindo os possíveis. A *compreensão* é formada pelas características, qualidades ou formas que são relativas a esse termo. No caso do exemplo acima, a compreensão de *homem* seria formada por *animal*, *racional*, *bípede*, etc.

De acordo com a lógica da época, na medida em que acrescentamos a um termo uma característica, isto é, ao aumentarmos a compreensão de um termo, estamos reduzindo a sua extensão e vice-versa. Por exemplo, suponhamos que ao termo *animal*, que possui uma extensão (*todos os animais que conhecemos*, incluindo os possíveis) e uma compreensão (*ser vivo, capacidade de locomoção, multicelular* etc.), nós atribuímos a qualidade *racional*. O conjunto que determina a extensão do termo *animal* possui mais elementos do que o conjunto que determina a extensão do termo *animal racional*. Por sua vez, a compreensão de *animal* é menor do que a compreensão de *animal racional*, na medida em que *animal racional* possui *racional* enquanto o primeiro termo não possui. Isso significa que podemos tratar de uma *quantidade* de compreensão e de extensão quando falamos de informação. É nesse contexto que Peirce define seu conceito.

Como vimos, quanto maior a extensão, menor é sua compreensão e vice-versa. Essa relação, denominada de *relação de inversa proporcional*, foi descoberta, segundo Peirce, por Kant: “Quanto maior é a extensão, menor é a compreensão” (Peirce, 1984, p. 83). A informação é justamente o terceiro elemento que “quebraria” essa relação de inversa proporcional por um tempo, possibilitando um aumento de conhecimento sobre uma mesma classe de objetos. A modificação de um termo aumenta ou diminui a sua quantidade, seja da extensão ou da compreensão. Quando há o aumento de uma sem a diminuição da outra, estamos em um contexto informativo.

A primeira vez em que o conceito de informação é definido na obra de Peirce foi no ano de 1865, na décima *Harvard Lecture* (Peirce, 1982) e é apresentado no contexto em que o autor supõe não conhecer nada do termo *homem* além do que está contido em sua definição de *animal racional*. A partir daí, Peirce divide a classe de homens em *risível* e *não-risível*.

Neste caso, a compreensão de *homem* seria menor do que a compreensão de *homem risível* e *homem não-risível*, na medida em que essas últimas possuem uma qualidade a mais em relação à primeira. Por sua vez, a extensão do termo *homem* seria maior do que a extensão dos termos *homem risível* e *homem não risível*. No entanto, diz Peirce (1982), ao sabermos que a classe de *homens não risíveis* não existe e é impossível, então as ideias de *homem* e de *homem risível* são alteradas: a extensão de *homem risível* é, agora, igual a extensão de *homem*, e a compreensão de *homem* possui agora uma qualidade a mais, a de ser risível. Peirce (1982) se pergunta, então, como essa mudança nas relações entre os termos se efetuou. Se representarmos, conforme já fizemos de acordo com Peirce (Ferraz, 2020), a classe dos homens pela letra **A** e a classe de homens risíveis por **B** e *homem não risível* por **B'**, então temos que  $A = B \cup B'$  (onde “ $\cup$ ” representa a união usual de conjuntos). Agora, sabemos que a classe **B'** é vazia ( $B' = \emptyset$ ), ou seja, a classe de *homem não risível* não existe e é impossível de vir a existir. Antes da adição de compreensão, a classe de homens era  $A = B \cup B'$ ; agora, continua a mesma, ou seja, (1) a sua extensão não se alterou. Por sua vez, quando dizíamos *homem risível* nos referíamos à classe **B**; agora, (2) a extensão de *homem risível* aumentou, tornando-se igual a extensão de *homem*. (3) A compreensão de *homem risível* é a mesma que antes, enquanto (4) a compreensão do termo *homem* aumentou,

uma vez que agora ela possui *animal racional risível*. Neste caso há aumento de conhecimento de uma mesma classe de objetos.

Assim, todo símbolo (*termo*, *proposição* ou *argumento*) possui **três** referências em relação ao objeto que representa (Peirce, 1982). Diz Peirce (1982, p. 286): “[...] todo símbolo, seja verdadeiro ou não, afirma-se ser aplicável a alguma coisa real. Essa é a *denotação* do símbolo.” Essa seria a primeira referência do símbolo ao seu objeto. No mesmo texto, diz Peirce que um símbolo possuirá mais denotação (extensão) do que outro quando ele for aplicável a mais coisas reais além das quais são aplicáveis ao primeiro.

O segundo modo de referência é definido como a conotação, que nada mais é do que a compreensão. Assim, diz Peirce (1982, p. 287): “todo símbolo genuíno se relaciona ou pretende se relacionar com alguma forma incorporada em seu objeto. Essa é a sua *conotação*.” É somente por meio dessa segunda referência a uma forma incorporada em seu objeto que um símbolo pode ser aplicável a ele, concordando com o realismo peirceano. Não à toa, diz Silveira (2008) que o conceito de informação de Peirce confere realismo às nossas representações, na medida em que todo símbolo é aplicável a alguma coisa real. A quantidade de conotação está diretamente relacionada às formas às quais o símbolo é aplicável. Neste caso, a palavra *forma* diz respeito à parte inteligível dos objetos representados pelo símbolo.

Dirá Peirce (1982, p. 276): “[...] o processo de informação [descrito em parte no exemplo de *homem risível*] perturba as relações de extensão e de compreensão por um momento e a classe que resulta da equivalência das duas outras têm uma maior intensão [compreensão] do que uma e uma maior extensão do que a outra”. O autor então apresenta a seguinte fórmula, expressando que, quando há aumento de informação, há um aumento da extensão ou da compreensão, sem a diminuição da outra (Peirce, 1982, p. 465): “Compreensão x extensão = informação” (Peirce, 1982, p. 276).

A informação é, justamente, a **terceira** referência do símbolo em relação ao seu objeto. Objetivamente, temos, então: **(i)** denotativo – os objetos reais aos quais o símbolo é aplicável, incluindo os objetos possíveis [virtuais ou existentes]; **(ii)** conotativo – as formas implicadas ou manifestadas; **(iii)** informativo – o total de símbolos traduzidos que são medidos

pelo quanto de compreensão o termo tem além do que é necessário para limitar sua extensão (Peirce, 1982, p. 287).

## 2 INFORMAÇÃO ATUAL, ESSENCIAL E SUBSTANCIAL

Os termos possuem um significado próprio, inscrito em sua natureza signíca, que é resultado de um processo de formação no tempo. Isso significa que, ao interpretarmos um signo, no *atual estado de conhecimento*, devemos levar em consideração “a verdade lógica no todo” do termo. Em outras palavras, o signo possui, em sua própria natureza, um significado incorporado que não pode ser reduzido à compreensão individual de um intérprete particular. Somente uma comunidade científica é capaz de, idealmente, alcançar essa verdade lógica no todo do símbolo no longo prazo (*in the long run*). Essa verdade lógica está relacionada ao que Peirce denominou *informação atual*. Como tal, termos ou símbolos possuem uma compreensão atual e uma extensão atual. Peirce (1984, p. 79) define *extensão* ou *largura informada* [atual], da seguinte maneira: “Por ***largura informada*** de um termo, eu quero significar todas as coisas reais das quais ele é predicável, com verdade lógica no todo em um suposto estado de informação [estado de conhecimento]”. Por sua vez, por *compreensão* ou *profundidade informada* [atual], Peirce (1984, p. 79) quer dizer os “[...] caracteres reais [...] que podem ser predicados dele [do símbolo] (com verdade lógica no todo) em um suposto estado de informação, nenhum caractere podendo ser contado duas vezes [...]”.

Porém, há dois extremos imaginários que são de importância para compreensão do conceito lógico de informação de Peirce. O primeiro refere-se à *informação essencial*, constituída por meio da *extensão essencial* e da *compreensão essencial*. A definição de um termo apresenta os elementos que constituem a natureza do objeto que o termo representa, de modo que, se retirássemos uma única característica desse termo, isto é, se diminuíssemos a sua compreensão, esse termo poderia deixar de denotar algum dos objetos aos quais ele é aplicável. Por exemplo, caso retirássemos do termo *animal* a propriedade *racional*, o símbolo não seria mais aplicável para a mesma extensão, de modo que o seu significado mudaria. Esses elementos

relativos à compreensão e que perfazem a definição de um termo ou símbolo constituem a *compreensão ou profundidade essencial*, assim definida por Peirce (1984, p. 80): “Por ***profundidade essencial*** de um termo, eu quero significar todas as qualidades realmente concebíveis dele, predicadas em sua definição”. Como é de se esperar, a *extensão ou amplitude essencial* de um termo seria definida como as coisas reais das quais, de acordo com o seu próprio significado, um termo seria o predicado (Peirce, 1984, p. 80).

Assim como a informação atual residiria num contínuo entre a extensão e a compreensão atuais, a informação essencial residiria num espectro contínuo entre a compreensão e a extensão essencial. Segundo Peirce (1982), esse extremo limitado pela informação essencial estaria relacionado a quando nenhum fato seria conhecido, apenas o significado dos termos. Isso poderia significar que a informação essencial está relacionada às definições usuais dos objetos que perfazem o significado mínimo que os termos têm para que possam, de fato, representar os objetos.

O segundo extremo refere-se a um outro tipo de conhecimento ou informação: a *substancial*. Neste caso, diz Peirce (1982, p. 79) que esse seria “[...] o estado no qual a informação equivaleria a uma absoluta intuição de tudo o que há, de modo que as coisas que nós deveríamos conhecer seriam as próprias substâncias, elas mesmas, e as qualidades que nós deveríamos conhecer seriam as próprias formas concretas”. Embora ambos os contextos sejam informativos, o tipo de relação que se estabelece entre interpretante e objeto, por meio do signo, é diferente: enquanto a informação essencial está relacionada à definição de termos e conceitos, a substancial está relacionada ao objeto real. Nesse caso, ao dizer que um termo tem largura substancial, Peirce compreende o total agregado de elementos para os quais o termo é aplicável, e o ‘agregado *total*’ somente pode ser alcançável em um limite ideal, na medida em que até os elementos reais meramente possíveis também o compõem. Por sua vez, a profundidade substancial é constituída pelo total de formas deste mesmo termo, coincidindo com o caráter real como unidade total que compõe o objeto de representação (Ferraz, 2020).

Podemos dizer, então, que a informação [atual] insere-se no interior desses limites determinados pela informação essencial e pela informação substancial. Parte de nosso conhecimento atual é substancial e parte é es-

sencial. O processo de informação ocorre nesse universo lógico, no qual o significado dos símbolos se torna cada vez mais complexo: informação é nova compreensão sobre a mesma classe de objetos ou ainda outros objetos podem fazer parte da extensão que é limitada por uma certa compreensão, sem que essa última seja diminuída. Vejamos este último caso a partir do texto de Peirce.

Suponhamos que afirmamos, a um homem cego, que nenhum objeto vermelho é azul. Notemos que este homem saiba, de antemão, que (i) vermelho é uma cor e que (ii) certos objetos **A**, **B** e **C** são vermelhos. Portanto, a compreensão de vermelho, antes da afirmação acima, era a de uma cor; a extensão do termo, por outro lado, era formada pelos objetos **A**, **B** e **C**. Com a nova informação, a compreensão do termo vermelho é, agora, *cor não-azul* e a sua extensão não se alterou. Neste caso, há maior compreensão a respeito da mesma classe de objetos, sem um decréscimo em sua extensão. Por fim, consideremos que o homem agora sabe que um novo objeto **D** é vermelho. A compreensão do termo *vermelho*, com essa nova informação, não se alterou, ainda que tenha se alterado a sua extensão. Isso implica dizer que, ao aprender que *vermelho é não-azul*, o termo *vermelho não-azul* tornou-se equivalente a *vermelho*: eles significam a mesma coisa e denotam a mesma classe de objetos. Antes da nova informação, poderíamos pensar que o termo *vermelho não-azul* era um pouco mais restrito do que o termo *vermelho*. É a informação que torna os termos equivalentes. Assim, diz Peirce (1982, p. 464): “[...] toda adição à nossa informação sobre um termo é uma adição ao número de equivalentes que aquele termo tem”. Qualquer que seja o modo pelo qual um termo chegue a ter um novo equivalente, seja por um aumento no nosso conhecimento, ou por uma mudança nas coisas que ele denota, isso sempre resulta em um aumento da extensão ou da compreensão sem um correspondente decréscimo na outra quantidade (Peirce, 1982). O autor continua:

[...] o processo de tomar um equivalente para um termo é uma identificação de dois termos previamente diversos. É, de fato, o processo de nutrição dos termos pelos quais eles adquirem toda a sua vida e vigor e pelo qual ele desenvolve uma energia quase criativa – uma vez que ele tem o efeito de reduzir o caos da ignorância para

o cosmos da ciência. Cada um desses equivalentes é a explicação do que está envolvido no primeiro – eles são os substitutos, os intérpretes do termo original. Eles são novos corpos, animados pela mesma alma. Eu os chamo os interpretantes do termo. E a quantidade desses *interpretantes*, eu denomino *informação* ou *implicação* do termo (Peirce, 1982, p. 464, tradução nossa).

### **3 INFORMAÇÃO E INTERPRETANTE**

Se informação é o quanto de compreensão um símbolo possui além daquilo que limita sua extensão, onde podemos encontrar esse além? Para Peirce, é por meio de seus interpretantes que a informação cresce (Peirce, 1931), significando que informação pertence ao interpretante do signo. Do processo representativo teleológico, temos que o interpretante é um novo signo criado a partir da determinação do primeiro signo pelo objeto e é através deste novo signo – interpretante – que o conhecimento e, portanto, uma nova forma transmitida do objeto ao interpretante é encontrada, podendo ser o próprio símbolo tal forma reconhecida.

Nesse contexto, Nöth (2012, p. 145, tradução nossa) diz que “[...] informação é o tipo de interpretante no qual símbolos são traduzidos em novos e mais desenvolvidos símbolos. Esse é o motivo pelo qual informação é o aspecto quantitativo de um símbolo”.

No entanto, não é qualquer signo que transmite informação, mas aqueles que podem incorporá-la em sua estrutura de maneira tal que a forma captada do objeto possa chegar ao interpretante. Isso significa que algumas estruturas sýgnicas são responsáveis pela transmissão da informação e outras carregam essa informação em sua estrutura (ou seja, deve-se distinguir entre os signos que “são” informação e os signos que carregam e veiculam essa informação). O signo que transmite informação só poderia ser da natureza de um símbolo, devido à sua estrutura triádica. Como vimos, tal signo possui uma parte que denota (apresentando o universo ou domínio ao qual se aplica) e uma que conota (apresentando as formas às quais está relacionado). A parte que conota, formada por uma estrutura icônica, é dividida em duas partes – a ideia geral (parte propriamente icônica que resulta de várias experiências particulares quando o objeto é

representado - a ideia geral de “árvore”, de “gato” etc.) que atualiza o hábito mental (parte propriamente simbólica constituída por uma espécie de *condicional* que é a regra de aplicação e de interpretação do hábito no tempo e espaço). Tem-se assim a estrutura triádica do símbolo que o torna capaz de incorporar a informação e transmiti-la para futuros interpretantes, mantendo vivo o processo orgânico semiótico. Na última seção continuaremos o estudo da estrutura lógica dos símbolos, considerando que a informação pertence ao interpretante do signo.

#### 4 INFORMAÇÃO COMO “MULTIPLICAÇÃO” LÓGICA

Para evidenciar ainda mais o conceito de informação de Peirce, devemos considerar que a informação pertence a um “nível lógico” diferente quando comparada à extensão e à compreensão. Na medida em que informação é definida a partir da *multiplicação* entre a extensão e a compreensão, então, diz De Tienne (2005, p. 155), “é ela mesma uma quantidade lógica de ordem superior, não redutível ao multiplicando e ao multiplicador.” Este autor também dirá que o fato de ela pertencer a um nível superior em relação às outras duas quantidades significa que, experimentalmente, ela se manifesta também em um nível acima (De Tienne, 2005).

Para melhor compreensão desse segundo nível lógico da informação, tomemos a seguinte proposição como exemplo: “Todas as criaturas que possuem coração são criaturas que possuem rins”. A extensão dessa proposição é constituída por todas as criaturas que possuem coração. A compreensão, por sua vez, é constituída por “ter rins”. A informação “possuir coração é possuir rim” não é redutível nem à compreensão, nem à extensão.

O estudo da natureza da operação de multiplicação lógica, dentro desse contexto, deve ser objeto de nossas reflexões futuras. Em 1865, Peirce estava escrevendo suas *Harvard Lectures* (Peirce, 1982). Naquela ocasião, quando o autor apresenta pela primeira vez o conceito de informação, entre Abril e Maio (Peirce, 1982, Lecture X), ele já havia apresentado o Cálculo da Lógica de Boole (Peirce, 1982, Lecture VI), entre Março e Abril. O sistema de Boole fornece um ferramental algébrico para a multiplicação de classes. Como devemos tomar a compreensão e a extensão como classes

de indivíduos, então a informação pode ser considerada como resultado deste tipo de multiplicação. No entanto, essa multiplicação é realizada pela intersecção dessas duas classes, caso elas tenham elementos em comum. No exemplo sobre homem risível, havia uma intersecção entre aqueles termos, e essa intersecção não era redutível a nenhum deles (concordando com o que dissemos acima a respeito da informação não ser redutível à sua compreensão ou à sua extensão). Neste caso, seria necessário que uma proposição tomasse lugar copulando os termos que estão sendo aplicados ao mesmo contexto. **A informação resultaria dessa conjunção copulativa de termos ou intersecção entre classes.**

Por isso, nesses mesmos meses (Peirce, 1982, Lecture XI), Peirce estava preocupado com a questão de *pseudo-símbolos* que são compostos pela combinação de dois ou mais termos, mas que carecem de extensão ou de compreensão e, portanto, não são informativos. Os exemplos são: “*gatos e fogões*” e “*homens de cauda*”. No primeiro caso, o termo não se propõe a se relacionar com nenhuma qualidade definida; no segundo caso, embora existam ambos, *coisas com cauda* e *homens*, não há uma extensão para a qual o termo *homens de cauda* seja aplicável.

Portanto, para melhor compreensão do conceito lógico de informação de Peirce é necessário esclarecer a natureza da operação de multiplicação lógica que o autor tinha em mente e, conseqüentemente, esclarecer precisamente o que significa esse “nível superior” em que a informação se encontra quando comparada à extensão e à compreensão.

## 5 INFORMAÇÃO E INTERPRETABILIDADE SÍGNICA

Informação não é somente resultado da conjunção copulativa<sup>1</sup> entre aquelas quantidades, mas ela resulta do próprio processo teleológico des-

---

<sup>1</sup> Deve-se notar que por “conjunção” estamos querendo significar a junção de duas orações, atualmente independentes, por meio de uma palavra, para formação de uma proposição. Tais orações independentes, quando conectadas por conjunção, são denominadas “orações coordenadas sindéticas”. As conjunções (palavras que ligam orações) podem ser coordenativas ou subordinativas, dependendo da função que exercem em uma proposição. As coordenativas ligam duas orações independentes, formando uma relação de sentido entre elas e podem ser divididas em copulativas, disjuntivas, adversativas e conclusivas. As conjunções coordenativas copulativas são aquelas que ligam palavras ou orações. Portanto, “conjunção copulativa” é simplesmente uma palavra que liga duas orações independentes entre si.

crita pela semiótica peirceana: **a interpretabilidade s gnica**. De Tienne (2005) dirá que o processo semiótico acontece por meio de dois vetores e pela **antecipação** de interpretação que permite que o vetor do futuro para o passado seja **real, caracterizando o processo como teleológico**. Há uma causa final a ser alcançada pelo signo, caracterizada por sua constante interpretação e crescimento de suas capacidades representativas. Essa causa final, que   potencial e, como tal, “futura”, guia o percurso atual do signo, determinando os meios e ações que devem ser realizados para que possam chegar a atingir o estado ideal estruturado pela própria causa final. Por isso, o processo   teleológico e, para que seja genuíno, deve haver, no processo semiótico informativo, um vetor direcionado do futuro para o passado. Lembremos, para os propósitos atuais, que a informação pertence ao interpretante do signo. Este, por sua vez, possui dois níveis (De Tienne, 2005; Ferraz, 2020): um que colabora com o signo na representação do objeto (direção do vetor do interpretante para o objeto) e um que cuida para representar a representação em si para futuros interpretantes (direção oposta do primeiro vetor). No primeiro caso, estamos em um contexto lógico de **primeira intenção** – quando representamos o objeto; no segundo caso, trata-se de **segunda intenção** – quando a representação representa a si mesma. Assim, informação não é somente resultado da intersecção multiplicativa entre compreensão e extensão, mas é justamente a antecipação de interpretação que causou essa intersecção ou copulação. Em outras palavras, sem essa multiplicação, o signo não seria interpretado e o processo teleológico de interpretabilidade s gnica se degeneraria. Portanto, o processo informacional é relativo   causa final inscrita na natureza teleológica do próprio signo, e a interpretabilidade do signo, sendo a própria causa final, determina como alguns *fins* podem ser alcançados. No momento, o meio pelo qual alguns fins podem ser alcançados é justamente a copulação entre o aspecto conotativo e o aspecto denotativo dos termos. Portanto, **a informação emerge como uma necessidade de causalidade final: a interpretabilidade s gnica**. É a antecipação da informação que determina sua atualização que se efetua **no interpretante do signo** (De Tienne, 2005; Ferraz, 2020).

Aqui já seria possível esboçar uma relação da informação com as ciências normativas, na medida em que aquele conceito está diretamente relacionado à causa final da semiótica, que é a interpretabilidade sýgnica. Diz Santaella (2000, p. 19) que “[...] a ação que é própria do signo é a de crescer”, no contexto em que comenta o texto de Ransdell (1966) sobre o crescimento do signo em seu caráter significante perfeito. Caso a especulação astronômica tivesse sido interrompida nos estudos de Kepler, então o signo complexo, que caracteriza as três leis do movimento planetário segundo Kepler, teria “perdido seu significado perfeito”, de modo que seu propósito, o de crescer em seu poder de representação e interpretabilidade, teria sido apenas parcialmente realizado. É nesse sentido que, em outra passagem, Santaella (2000, p. 142), ao explicar a natureza do interpretante final, diz que “A tendência ou propósito do signo é chegar a desenvolver seu efeito semiótico pleno [...]” e que “[...] o adjetivo final não significa finalista, mas tendencialidade, meta, propósito, destino, direcionalidade em função de princípios guias, ideais de realização.” Por fim, a autora (Santaella, 2000, p. 142) dirá ainda: “Como nunca estamos em condições de saber em que ponto estamos no caminho desse ideal e uma vez que esse ideal não cessa de aparecer sob novas perspectivas, a característica fundamental da semiose está na sua impossibilidade de parar de crescer”.

## **6 INFORMAÇÃO E FORMA**

No capítulo *O método científico de investigação de Peirce como forma de vida* (Ferraz, 2021), exploramos o fato de que o signo capta do objeto as formas inteligíveis, incorporando, em sua estrutura sýgnica, tais elementos formais, e direcionando-se para os futuros interpretantes. Esse processo se dá porque o signo é, como diz Peirce, o meio “[...] para a comunicação de uma forma” (Peirce, 1998, p. 544). É justamente nesse contexto que De Tienne (2005) enfatiza a necessidade de discutir essa definição de signo quando tratamos do conceito de informação de Peirce.

Como sabemos, o signo é também definido por Peirce como uma relação triádica, na qual o objeto o determina e ele determina um interpretante. Dirão então Emmeche, Queiroz e El-hani (2010, p. 641) que,

se considerarmos ambas as definições, então podemos dizer “[...] que *semeiosis é um processo triádico de comunicação de uma forma do objeto para o interpretante através da mediação do signo*”. Ainda inseridos nessa discussão, os autores dirão que *forma*, em Peirce, é definida como (i) tendo o “ser de predicado” (Peirce, 1998, p. 544) e como (ii) uma proposição condicional, em seu sentido pragmático, afirmando que algumas coisas sob determinadas condições funcionarão de determinada maneira – neste caso, os autores estão se referindo à forma como o próprio hábito que está incorporado no objeto (Peirce, 1998); como uma disposição; um real potencial (Peirce, 1998) etc., para concluir que “[...] Peirce segue a via média na qual ‘forma’ tem ambos os caracteres de **primeiridade** e de **terceiridade**” (Emmeche; Queiroz; El-hani, 2010, p. 641, grifos nossos). Esse assunto foi trabalhado em outra perspectiva (cosmológica-semiótica), na qual Ferraz e D’Ottaviano (2019) identificam a noção de Peirce de qualidade com a noção de forma.

Se o signo é o meio para a comunicação de uma forma e essa tem caráter de primeiridade (real potencial) e de terceiridade (hábito incorporado no objeto), e o processo que “transfere ou comunica” essa forma do objeto ao interpretante se efetua através da mediação do signo, então a informação confunde-se com a própria noção de semiose, na medida em que esse processo é informativo (Emmeche; Queiroz; El-hani, 2010). No entanto, anteriormente dissemos que o único signo com capacidade de carregar e transmitir informação é o símbolo, devido à sua complexa estrutura. Por isso, a estrutura do símbolo deve ser composta necessariamente por elementos de primeiridade (forma potencial) e de terceiridade (hábito incorporado no objeto e que é transmitido, por meio do símbolo, aos seus interpretantes). Assim, convém compreender melhor a estrutura do símbolo e sua relação com o interpretante nesse contexto. É o que faremos na próxima e última seção.

## 7 A ESTRUTURA DO SÍMBOLO

Como vimos, os símbolos possuem três referências ao seu objeto. A primeira está relacionada aos indivíduos que o signo representa, indicando

assim o domínio ao qual ele se aplica. Dentro do vocabulário semiótico de Peirce, essa referência poderia ser executada por um índice, na medida em que é este tipo de representante que conecta o caráter geral do signo (a sua compreensão) a uma experiência em particular, presente no tempo e espaço atuais. A segunda referência está relacionada às formas ou qualidades que aqueles elementos, que perfazem a extensão do termo, compartilham entre si. Essas formas são os caracteres gerais que, como vimos, constituem a compreensão do termo. O tipo de signo que executaria bem essa função é o ícone, na medida em que este, no interior do símbolo, apresenta os aspectos gerais dos objetos que representa. Esses aspectos gerais emergem através de uma síntese da multiplicidade sensível. Isso significa que a estrutura do símbolo é formada por ícones e índices nele incorporados. É por isso que Peirce (1933, p. 166) diz que todo símbolo necessariamente possui informação e “[...] deve denotar um individual [índice] e significar um caractere [ícone]”. Portanto, “[...] um constituinte de um Símbolo poderia ser um [1] Índice, e um constituinte poderia ser um [2] Ícone” (Peirce, 1933, p. 166). A terceira referência, por sua vez, como vimos, é a informativa. Se esse é o caso, que espécie de signo poderia representá-la?

A terceira referência (a parte simbólica do símbolo) também está em sua parte icônica (Ransdell, 1966; Santaella, 2000; Ferraz, 2020). É justamente essa parte do símbolo, no “interior” do ícone, que constitui seu caráter simbólico. Nesta citação, Ransdell (1966) propõe denominar os termos *meaning*, *signification* e *application* a cada uma daquelas três referências. *Meaning* é o **conceito**; *signification* é a **ideia geral** ou ícone (compreensão, em nosso caso) incorporado no símbolo, *application* é formada pelos objetos aos quais o símbolo é predicável (extensão). A terceira referência, então, estaria intimamente conectada com a ideia geral, que é o ícone, pois “[...] o conceito e a ideia geral têm uma relação especial entre eles consistindo no fato de que a última é a atualização da primeira. A ideia geral (ícone, *Gestalt*) é, por assim dizer, a **concretização** do conceito” (Ransdell, 1966, p. 182-183).

Para compreender o conceito de informação, a terceira referência do símbolo, é necessário compreender a relação entre o ícone e o conceito, ou, em outras palavras, as relações entre *meaning* e *signification*. Como disse-

mos, Ransdell (1966, p. 187) sugere que pelo termo símbolo, Peirce parece querer dizer o “significado [meaning] ou conceito como **de fato** associado a uma ou mais palavras enquanto regras sintáticas que governam suas réplicas”. Assim, o símbolo “homem” não é a palavra “homem”, mas é o conceito de homem aplicado às regras sintáticas que determinam as palavras “homem”, “man”, “hombre” etc. Ransdell (1966, p. 188-189) continua: A palavra “[...] é provavelmente melhor compreendida como sendo constituída por quaisquer regras sintáticas que governam entidades isomórficas, denominadas *réplicas*, que são **de fato** associadas com um conceito de tal forma que a réplica é capaz de atualizar o conceito”.

Se tomarmos em consideração a estrutura interna do símbolo como composta por um índice e por um ícone (incluindo suas subdivisões – *signification* e *meaning*), podemos dizer que o índice pode ser relacionado com o sujeito de uma proposição e o ícone com o predicado. Nesse caso, o símbolo tem uma estrutura que é logicamente similar àquela da proposição, embora, em um primeiro momento, possamos dizer que suas funções sejam distintas, na medida em que proposições transmitem informação sobre um dado objeto e incorporam símbolos em sua estrutura lógica. O processo de informação nesse contexto ficaria mais claro na medida em que a ideia geral (*signification*) atualizaria o conceito (*meaning*) em um contexto determinado por um índice ou sujeito (*application*). Esse é o processo de “dar forma”.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resumidamente, neste capítulo, consideramos: (i) a definição de informação a partir do elemento que perturba a relação de inversa proporcional entre a extensão e a compreensão dos termos; (ii) as três referências de um símbolo ao seu objeto – denotativo, conotativo e informativo; (iii) as noções de informação substancial e essencial; (iv) a informação estando em nível superior em relação às outras duas quantidades; (v) a informação como pertencente ao interpretante do signo; (vi) informação que emerge da intersecção de classes ou da copulação entre termos por meio de uma proposição; (vii) os dois níveis do interpretante; (viii) informação como

resultado da interpretabilidade s gnica (teleologia); (ix) informação e forma – signo é o meio para comunicação de uma forma; (x) informação e semiose; (xii) e a complexa estrutura do símbolo.

Podemos dizer que a informação   nova compreensão sobre a mesma classe de objetos e resulta de uma causalidade final, que   a interpretabilidade s gnica. Não haveria tal interpretabilidade caso não houvesse uma conjunção copulativa entre a extensão e a compreensão dos termos envolvidos. A informação, resultante dessa copulação, reside no interpretante do signo e não   redutível nem   sua extensão, nem   sua compreensão. Além disso, ela reside entre dois limites imaginários que compõem a informação substancial e a informação essencial, significando que parte de nosso conhecimento é substancial e parte essencial. Se o signo é o meio para a comunicação de uma forma e o único signo capaz de carregar e veicular informação é o símbolo, então este símbolo é o meio pelo qual a forma do objeto é comunicada ao interpretante em um contexto informativo. Por isso, uma análise do símbolo se fez oportuna: além de compor, em sua estrutura, o elemento indicial ou extensão (os objetos aos quais se aplica), o símbolo possui uma parte icônica que  , por sua vez, dividida em duas partes – parte propriamente icônica (ideia geral, constituída a partir de uma síntese da multiplicidade sensível) e uma parte propriamente simbólica ou conceitual. A ideia geral (*signification*) atualiza o conceito (*meaning*) em um contexto determinado por um  ndice ou sujeito (*application*). A parte propriamente simbólica do símbolo (lembremos que o símbolo é determinado por uma regra ou convenção de interpretação) tem natureza de uma disposição ou condicional, que guarda, em sua estrutura, não somente o conceito (hábito não atualizado), mas t mb m as regras que determinam *como* tal conceito deverá ser atualizado pela ideia geral –  cone – e sob quais condições espaço-temporais –  ndice.

## REFERÊNCIAS

DE TIENNE, A. Information in formation: a Peircean approach. *Cognitio*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 149-165, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitifilosofia/article/view/13602/10109>. Acesso em: 27 nov. 2024.

DE TIENNE, A. Peirce's logic of information. In: SEMINARIO DEL GRUPO DE ESTUDIOS PEIRCEANOS, 28 sept. 2006, Madrid. *Seminarios* [...]. Pamplona: Universidad de Navarra, 8 out. 2006. Disponível em: <https://www.unav.es/gep/SeminariodeTienne.html>. Acesso em: 10 dez. 2023.

EMMECHE, C.; QUEIROZ, J.; EL-HANI, C. N. Information and semiosis in living systems: a semiotic approach. In: FAVAREAU, D. (ed.). *Essential readings in biosemiotics*. Dordrecht, Netherland: Springer, 2010. v. 3, p. 629-656.

FERRAZ, A. A. *A natureza formal da matéria a partir da filosofia de Charles Sanders Peirce*. 2020. 221 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

FERRAZ, A. A. O método científico de investigação de Peirce como forma de vida. In: SANTAELLA, L.; BORGES, P. (org.). *A relevância de C. S. Peirce na atualidade: implicações semióticas*. Barueri: Estação das Letras e Cores, 2021. p. 87-97.

FERRAZ, A. A.; D'OTTAVIANO, I. M. L. Quality and form in the philosophy of Charles S. Peirce. *Cognitio*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 343-377, jul./dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/2316-5278.2019v20i2p343-377>. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/46510/31499>. Acesso em: 27 nov. 2024.

NÖTH, W. Charles S. Peirce's theory of information: a theory of the growth of symbols and of knowledge. *Cybernetics & human knowing*, Thorverton, v. 19, n. 1-2, p. 137-161, Jan. 2012.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press, 1931. v. 1-2.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press, 1933. v. 3-4.

PEIRCE, C. S. *Writings of Charles S. Peirce: 1857-1866*. Bloomington: Indiana University Press, 1982. v. 1.

PEIRCE, C. S. *Writings of Charles S. Peirce: 1867-1871*. Bloomington: Indiana University Press, 1984. v. 2.

PEIRCE, C. S. *The essential Peirce: Selected philosophical writings (1893-1913)*. Bloomington: Indiana University Press, 1998. v. 2.

RANSDELL, J. *Charles Peirce: the idea of representation*. 1966. 220 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Columbia University, Nova York, 1966.

SANTAELLA, L. *A teoria geral dos signos: como as linguagens significam as coisas*. São Paulo: Pioneira, 2000.

SILVEIRA, L. F. B. Informação e verdade na filosofia de Peirce. *Cognitio*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 281-324, jul./dez. 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/13390/9926>. Acesso em: 27 nov. 2024.

# 9

## INFORMAÇÃO E CRIATIVIDADE COMPUTACIONAL

### *INFORMATION AND COMPUTATIONAL CREATIVITY*

*Ricardo Ribeiro GUDWIN*

*UNICAMP*

*gudwin@unicamp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-2189-1055>*

**Resumo:** Existe um debate perene na filosofia, questionando se máquinas podem ser criativas, ou se podem somente se limitar a reproduzir tarefas para as quais foram programadas, sem exercer nenhum poder criativo. Neste trabalho, fazemos uma análise dos fundamentos teóricos por trás de processos criativos, sob a perspectiva da teoria da informação e da computação, e também da filosofia Peirceana.

**Palavras-chave:** informação, criatividade computacional, semiótica, processos criativos.

**Abstract:** There is a permanent philosophical debate about whether machines can be creative, or whether they can simply reproduce the tasks they have been programed to perform without exerting any creative power. In this chapter, we analyze the theoretical foundations underlying creative processes from the perspective of information and computing theory, as well as Peircean philosophy.

**Keywords:** information, computational creativity, semiotics, creative processes.

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas computacionais são máquinas capazes de seguir instruções, previamente armazenadas em programas disponibilizados em sua memória. Tipicamente, um programa de computador é executado sempre da mesma maneira, sendo que para um dado conjunto de entradas, as saídas devem sempre ser as mesmas, uma vez que o conjunto de instruções, em princípio não muda. Apesar de ser possível criar programas que modificam a si mesmos, fazendo com que seu comportamento se modifique durante sua própria execução, a grande maioria dos programas não possui essa característica, sendo que o código executado permanece o mesmo. Assumindo essa premissa, é razoável nos perguntarmos se programas desse tipo (que não se auto-modificam) podem ser criativos, ou exercer atividade criativa. De acordo com (Runco; Jaeger, 2012), o conceito de criatividade advém da combinação de dois fatores: *originalidade* (também muitas vezes chamado de novidade) e *efetividade*, que está relacionado ao valor daquilo que é criado. Em muitas definições de criatividade, essa efetividade está relacionada à *utilidade* daquilo que é gerado. Algumas vezes, a palavra *adequabilidade* (*fitness*) a um determinado propósito ou situação é também empregada. O termo *efetividade* se mostra talvez mais interessante, pois permite uma abrangência mais ampla do que *utilidade*, ou *adequabilidade*. Isso aconteceria, por exemplo, na geração de obras de arte, que podem possuir um valor efetivo, sem possuir uma utilidade evidente ou uma adequabilidade a um critério canônico. Além desses dois fatores, Boden (1998) acrescenta um terceiro fator, que seria o *fator surpresa*, ou seja, o fato de que aquilo que foi criado seja *surpreendente*, *inesperado* ou *imprevisível*. Este terceiro fator está menos ligado à própria criatividade em si, mas mais à questão da intensidade, ou do nível de criatividade. Assumindo que a criatividade é uma capacidade que as pessoas (e talvez os sistemas) possam ter em diferentes níveis, altos níveis de criatividade estão ligados à capacidade de surpreender com suas criações. Isso não significa que o produto da ação criativa necessite desse fator surpresa, mas que, em havendo esse fator surpresa, ele implica na consideração de que o agente criador é bastante criativo.

Levando-se em conta a definição de criatividade de Runco e Jaeger (2012) (desconsiderando, em princípio, o fator surpresa como uma necessidade para a atividade criativa, mas aquiescendo que sua manifestação pode implicar em altos níveis de criatividade), para que um processo computacional seja considerado criativo, ele precisaria ser capaz de duas coisas: gerar estruturas originais e estimar o valor daquilo que foi gerado. Vamos analisar cada uma dessas pré-condições. Em primeiro lugar a questão da originalidade: Boden (2005) nos alerta que se quisermos nos ater à definição de dicionário para originalidade<sup>1</sup>, isso seria algo impossível. Em princípio, tudo o que é original, gerado pela mente humana, acaba tendo alguma influência em elementos previamente assimilados pela percepção. Da mesma forma, a própria Boden (1998) nos exorta a diferenciar entre o que ela chama de P-criatividade (ou criatividade *personal*, ao nível de indivíduo) e H-criatividade (ou criatividade histórica). A P-criatividade envolve uma originalidade que ocorre somente ao nível do indivíduo, algo que é novo para ele, mas que pode ter sido já criado por outros indivíduos na história da humanidade. Para o próprio indivíduo, seria uma atividade criativa. Já do ponto de vista histórico, somente valeria a H-criatividade, ou seja, a geração de algo que nunca foi gerado anteriormente na história da humanidade. Apesar de um conceito interessante, esse conceito de H-criatividade é bastante criticável. O que significaria algo completamente original, do ponto de vista da H-criatividade? Vamos pensar em uma nova teoria científica, por exemplo. Será que quando uma nova teoria científica é publicada em um artigo científico, em um periódico de amplo conhecimento, podemos dizer que ela possui H-criatividade? Quem nos garante que essa mesma teoria não poderia ter circulado anteriormente em um círculo restrito de pessoas, talvez transmitida somente verbalmente, como um comentário momentâneo em uma conversa particular, da qual não nos lembramos com exatidão o autor? Boden (1998) também nos sugere os meios pelos quais essa geratividade pode ocorrer. Ela sugere que existem três meios principais que podem dar origem a novas estruturas (ou ideias): a *combinação* de elementos anteriores, gerando algo novo, a *exploração* de um espaço conceitual previamente delimitado, e a *transformação*

---

<sup>1</sup> ‘to bring into being or form out of nothing’, ou seja, gerar algo a partir do nada.

de uma ou mais dimensões desse espaço conceitual, levando a abstrações de um novo tipo, que em certos casos demanda toda uma reestruturação do conhecimento obtido até então. Ela chama a essas criatividades de criatividade combinacional, criatividade exploratória e criatividade transformacional. Nas seções subsequentes, vamos analisar um pouco mais profundamente essa questão da originalidade e suas possibilidades em termos computacionais.

Mas, como também nos exorta Boden (2005), não necessariamente alguma coisa original pode ser considerada criativa. Diversas coisas extremamente originais são completamente inúteis, e portanto, despidas de valor e, sendo assim, de criatividade. O segundo requisito para a criatividade é a necessidade de que aquilo que foi gerado tenha valor, ou seja, que tenha *efetividade*. Talvez esse seja o requisito mais importante para que máquinas, dispositivos ou algoritmos computacionais sejam considerados criativos. A grande dificuldade em estimar o valor daquilo que é gerado é o fato de que nem mesmo seres humanos são plenamente capazes de fazer essa estimativa, de maneira efetiva. O valor de alguma coisa é algo extremamente subjetivo, podendo variar de pessoa para pessoa, ou até mesmo dependendo de circunstâncias momentâneas em que cada pessoa se encontra. Com isso, qualquer estimativa do valor de alguma coisa original que tenha sido gerada está sujeita a imprecisões, e está limitada aos critérios utilizados na estimação desse valor, que podem ser de maior ou menor qualidade. De uma certa forma, assumindo que algoritmos computacionais possam exibir criatividade, já temos aqui uma restrição: a qualidade da capacidade criativa desses algoritmos será maior ou menor, dependendo da qualidade na estimativa do valor daquilo que é gerado.

Alguns algoritmos computacionais (programas de computador), como os algoritmos genéticos (Dennis; Stella, 2011; Vega *et al.*, 2013), parecem ser capazes de satisfazer essas duas condições para que sejam criativos: originalidade e efetividade. A originalidade é conseguida às custas dos assim chamados algoritmos geradores de números pseudoaleatórios, além dos operadores de *crossover* e mutação, que simulam um processo evolutivo em estruturas computacionais. A efetividade é conseguida a partir das assim chamadas funções de *fitness*, que avaliam a qualidade das estruturas

geradas por meio dos operadores de *crossover* e mutação. Da mesma forma, algoritmos mais recentes, tais como as redes neurais dos tipos Autoencoder, redes gerativas adversariais (GANs), LSTM, redes de convolução, modelos de difusão (Franceschelli; Musolesi, 2021), os Transformers (Franceschelli; Musolesi 2021; Wertz; Kuhn, 2022), ferramentas para síntese de imagens hiper-realísticas, como o MidJourney e o DALL-E (Akyıldız, 2023; Borji, 2022; Hanna, 2023; Jaruga-Rozdolska, 2022; Pearson, 2023; Radhakrishnan, 2023) e até mesmo os LLMs (Large Language Models) como o ChatGPT, o Llama 2, o Google Bard ou o Claude 2 (Franceschelli; Musolesi 2023; Chakrabarty *et al.*, 2023; Chakrabarty *et al.* 2023; Zhang, 2023) parecem também exibir características de criatividade.

Nas seções a seguir, faremos uma análise mais detalhada de como tais algoritmos, como processos computacionais de transformação de informação, podem desenvolver criatividade. Para isso, nos serviremos de ideias já apresentadas nesta introdução, referentes ao trabalho de Boden (1998), reinterpretadas segundo a teoria da semiótica de Charles Sanders Peirce.

## 2 PRINCÍPIOS DA TEORIA PEIRCEANA

O filósofo norte-americano Charles Sanders Peirce (1839-1914) é hoje considerado como um dos maiores filósofos americanos, tendo desenvolvido uma teoria ao mesmo tempo inovadora e complexa que modela o pensamento humano. Sua teoria, também chamada de Semiótica, explica como o pensamento pode ser modelado em termos de signos, e como esses signos podem representar a realidade. Neste trabalho, vamos analisar a questão da criatividade computacional, utilizando como base alguns elementos da teoria Peirceana.

Diversos filósofos, dentro de uma tradição da filosofia chamada filosofia da mente, antes de Peirce, tentaram categorizar os diferentes tipos de pensamentos que habitam a mente humana. Por exemplo, Aristóteles (2021) entendia que os pensamentos podem ser enquadrados entre dez diferentes categorias: substâncias, quantidades, qualidades, relações, lugares, períodos de tempo, posições, estados, ações ou efeitos. Essas categorias, de acordo com Aristóteles (2021), se referiam aos tipos de palavras que

podem ser utilizadas para dizer coisas sobre o mundo. Já Kant (2024), desenvolveu uma teoria de categorias que englobava doze diferentes categorias, enquadradas em quatro grandes grupos: em termos de quantidades: Unidade, Pluralidade, Totalidade; em termos de qualidades: Realidade, Negação, Limitação, em termos de relações: Subsistência/Inerência, Causalidade/dependência, comunalidade (reciprocidade entre agente e paciente) e em termos de modalidade: Possibilidade/Impossibilidade, Existência/Inexistência, Necessidade/Contingência. As categorias de Kant, ao contrário de Aristóteles, dizem respeito aos tipos de juízos que se podem fazer sobre o mundo. Peirce (1931), tentando fazer uma síntese sobre as categorias de Kant, chegou à conclusão de que todos os pensamentos podem ser reduzidos e enquadrados em três grandes categorias: Primeiridade, Segundidade e Terceiridade. Essas categorias de Peirce estão relacionadas aos tipos de relações que podem ocorrer no mundo: relações monádicas, diádicas e triádicas. Dessa forma, os pensamentos, segundo Peirce (1931), funcionam de maneira análoga a compostos químicos, ou seja, possuem uma valência, que indica como esses compostos podem se coligar com outros compostos formando compostos mais elaborados.

As categorias de Peirce podem ser vistas como arranjos filosóficos, concepções derivadas da análise lógica do pensamento e presumidamente aplicáveis a todos os fenômenos do mundo (Peirce, 1931, CP 1.300)<sup>2</sup>. Assim define Peirce suas três categorias (Peirce, 1931, CP 1.295, CP 1.296, CP 1.297, 1958, CP 8.328):

- **Primeiridade:** É tudo aquilo que é assim como é, ou seja, um primeiro, independente de um segundo ou terceiro.
- **Segundidade:** É tudo aquilo que é o que é, somente em relação a um segundo, mas de maneira independente de um terceiro (outridade).
- **Terceiridade:** É tudo aquilo que é o que é, em função de colocar um segundo e um terceiro, em relação um com o outro (composição).

---

<sup>2</sup> Citações para as obras de Peirce seguem o formato ABNT acrescido do formato tradicional usado por estudiosos peirceanos. Para parágrafos dos *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, a citação aparece como (Peirce, ano, CP x.y), onde “ano” indica o ano de publicação do volume, CP indica *Collected Papers*, x indica o volume e y indica o parágrafo – veja (Wikipedia contributors, 2023)

Segundo Peirce, a ideia de *Primeiro* é predominante nas ideias de aleatoriedade, novidade, criação, liberdade, originalidade, potencialidade (Peirce, 1931, CP 1.302). Dentre os exemplos fornecidos por Peirce como exemplos de primeiro estão as sensações e os sentimentos. A ideia de Segundo é predominante nas ideias de causação e reação (forças estáticas ocorrem sempre aos pares), comparação, oposição, polaridade, diferenciação, existência (oposição ao resto do mundo) (Peirce, 1931, CP 1.325). As ideias de segundo nascem da comparação entre percepção (sensação) e ação (vontade). A ideia de Terceiro é predominante nas ideias de mediação, meio, intermediário, continuidade, representação, generalidade, infinitude, difusão, crescimento, inteligência (intencionalidade) (Peirce, 1931, CP 1.340). É interessante, entretanto, nos exemplos de Peirce, que ele sempre fala em “predominância” de primeiridade, segundidade e terceiridade. Isso porque segundo ele, primeiridade, segundidade e terceiridade formam uma tecitura intrincada na constituição da realidade. Por exemplo, nas ideias de criação, liberdade e originalidade, a primeiridade é predominante. Mas isso não significa que não existam traços de segundidade ou de terceiridade, como veremos mais à frente.

De uma certa forma, Peirce em sua teoria faz uma mistura do assim chamado Tychismo (de Tyche – chance: acaso), a doutrina do acaso (ideia de que pode existir o acaso absoluto - nem tudo é fonte de um determinismo absoluto) com o assim chamado Sinequismo, a doutrina que prega que tudo que existe é contínuo. Segundo o sinequismo, o discreto é somente uma percepção simplificada de certos tipos de comportamento contínuo. Ou seja, o sinequismo é fundado na noção de que a coalescência, o tornar-se contínuo, o ser governado por leis não é nada mais do que fases de um único e mesmo processo de crescimento e desenvolvimento. Em outras palavras, no pensamento, ou seja, o fluxo das ideias na mente, as ideias somente podem ser conectadas por continuidade. Para Peirce (1931), o acaso é primeiridade (tudo aquilo que é assim como é, ou seja, um primeiro independente de um segundo ou terceiro) e o contínuo é a terceiridade (tudo aquilo que é o que é, em função de colocar um segundo e um terceiro, em relação um com o outro).

Um outro construto teórico importante, vindo de Peirce, é a distinção que ele faz entre Existência e Realidade. A Existência é um fenômeno de segundidade (Lane, 2024; Silveira, 2000). A distinção que Peirce faz entre Existência e Realidade é que as leis não fazem parte da Existência, embora operem sobre ela. Dessa forma, a Realidade corresponde à Existência, acrescentada das leis que operam sobre ela e do possível. Para Peirce (1931, 1934) as leis não existem, mas são reais. Cabe lembrar que, para Peirce (1931, 1934), leis são terceiridades, o que implica que os três elementos constituintes da realidade são: originalidade (primeiridade), obsistência (segundidade) e transuação (terceiridade). Obsistência tem a ver com o fluxo de mudanças observáveis na Existência, e a transuação com a identificação da operação de leis sobre esse fluxo, dando origem a seu entendimento.

### **3 PROCESSOS**

Considerando que nosso objetivo é entender melhor o que seja o processo criativo, e avaliar se processos desse tipo podem ocorrer em dispositivos computacionais, é importante primeiramente compreendermos o que é um processo. O conceito de processo, entretanto, não é simples. A palavra processo é utilizada em diversos contextos diferentes, podendo muitas vezes ter um significado muito particular dentro de cada contexto. Por exemplo, em negócios e sistemas de produção, um processo é uma série de atividades realizadas por diferentes agentes, sobre um conjunto de matérias-primas, que acabam por resultar em um produto. No serviço público, um processo é uma pasta com documentos e anotações que registram o histórico de eventos relacionados a uma determinada pessoa ou empresa. Na computação, um processo é um programa de computador em execução em um dispositivo computacional. Na engenharia de software, um processo é um método padronizado para detectar os requisitos de usuários e promover o desenvolvimento de um programa ou sistema de computador, seguindo uma metodologia. No sistema legal, um processo é o registro histórico temporal dos eventos e decisões judiciais relacionados a uma demanda ou queixa encaminhada à justiça. Há, entretanto, uma noção pervasiva que colige os múltiplos significados da palavra processo, que tentaremos apreciar nessa seção.

Em sua versão mais abstrata, um processo pode ser entendido como um conjunto (ou coleção) ordenado de itens. Esse conjunto pode ser discreto (finito ou infinito) ou contínuo. Em processos discretos, temos uma sequência. Em processos contínuos, temos um fluxo. Existe uma correlação, que se caracteriza em todos os tipos de processos, entre o tempo e a ordenação dos itens no processo, em que cada item está relacionado a um instante de tempo. Esse tempo não precisa ser um tempo absoluto (embora muitas vezes o seja), mas pode ser simplesmente um tempo ordinal, que indica a ordem em que os itens aparecem no processo, ao longo do tempo. Para deixar a coisa um pouco mais complexa, a palavra processo é utilizada, de maneira intercambiável, tanto a processos particulares (instâncias), como a processos gerais (leis). Da mesma forma, a palavra processo pode se referir tanto ao conjunto completo, tomado como (um todo, quanto ao procedimento para a construção do conjunto, a partir de alguma função. Processos são tipicamente utilizados para representar as mudanças que ocorrem no mundo real, ao longo do tempo, em diferentes escopos.

Existe toda uma área de investigação, conhecida como filosofia dos processos, que busca estudar a natureza dos diferentes processos e como eles acontecem no mundo. A filosofia dos processos propõe uma ontologia da realidade onde os processos são os blocos elementares constituintes da realidade. Nessa visão, a realidade pode ser vista como uma grande teia de processos, conectados uns aos outros, constituindo aquilo que chamamos de Existência. Essa ontologia se coloca em oposição à assim chamada ontologia das substâncias, onde entidades, que sofrem mudanças no tempo, são os blocos básicos elementares. Os processos, como elementos básicos constituintes da realidade, são estudados por exemplo nos trabalhos de Whitehead (2010) e Rescher (1996).

No intuito de compreender melhor o que seria um processo criativo, vamos agora assumir que o conjunto ordenado que constitui um processo seja um conjunto numérico e analisar possíveis procedimentos para sua construção. Aplicando as categorias de Peirce a esse procedimento, poderíamos conceber três situações: cada novo elemento independe completamente dos elementos anteriores (primeiridade); cada novo elemento depende de maneira determinística (somente) dos elementos anteriores (se-

gundidade); cada novo elemento depende, de maneira determinística (função) dos elementos anteriores, e também de um alvo ou meta, para o qual desejamos que haja uma convergência na sequência de itens (terceiridade). Os processos construídos a partir desses procedimentos nos levariam, com certeza, a três diferentes tipos de sequências. O processo de primeiridade é claramente não-determinístico. Os processos de segundidade e terceiridade, como definidos aqui, são totalmente determinísticos. Entretanto, esses tipos não seriam os únicos possíveis que poderíamos conceber. Tanto os processos de segundidade como os de terceiridade, que são determinísticos, poderiam ter alguma influência não-determinística, simultânea à influência determinista em sua constituição. Poderíamos entender esses processos, portanto, como sofrendo uma degeneração na pureza de sua constituição. De fato, esses são os casos que Peirce chama de segundidade e terceiridade degeneradas, pois sofrem, de algum modo, influências dos outros modos, em nosso caso aqui, da primeiridade. Dessa forma, querendo analisar os casos em que poderíamos encontrar algum tipo de originalidade, podemos encontrar três opções: processos completamente aleatórios (primeiridade pura), processos transformativos não-determinísticos (segundidade degenerada, com influências de primeiridade), e processos combinacionais não-determinísticos (terceiridade degenerada, com influências de segundidade e primeiridade). É interessante confrontar aqui essa análise Peirceana dos processos e os três tipos de criatividade apontados por Boden (1998): criatividade exploratória, criatividade transformacional e criatividade combinacional, como faremos mais a frente, na seção 5.

#### **4 GERAÇÃO DE NÚMEROS PSEUDOALEATÓRIOS**

Um dos algoritmos mais requisitados na construção de simuladores computacionais é o assim chamado gerador de números pseudoaleatórios (Knuth, 2014). O propósito desse algoritmo é produzir sequências de números cujo comportamento seja muito difícil de distinguir de sequências “verdadeiramente aleatórias”, pelo menos para aplicações de interesse (Deng; Lin, 2000). Apesar desse algoritmo ser um algoritmo determinístico, diversas estratégias são utilizadas para tornar as sequências geradas indistinguíveis de uma sequência realmente aleatória. Algumas dessas es-

estratégias são melhores do que outras, quando critérios mais estritos são utilizados para julgar essa aleatoriedade. Bons geradores de números aleatórios podem ser difíceis de encontrar, quando as exigências são maiores (Hellekalek, 1998), como por exemplo em algoritmos de criptografia. Uma estratégia muito utilizada, principalmente em aplicações mais recentes (James; Moneta, 2020) são os algoritmos baseados em mapas caóticos (Naik; Singh, 2024). Esses algoritmos se baseiam em uma propriedade dos sistemas caóticos de serem virtualmente indistinguíveis de processos aleatórios, quando operando na zona de caos, apesar de serem determinísticos.

O determinismo de geradores de números pseudoaleatórios pode ser relativizado, utilizando-se como uma das entradas desses algoritmos um número que seja realmente aleatório. Muitos dos geradores de números pseudoaleatórios necessitam de uma (ou mais) semente(s), que são utilizadas para gerar os demais números da sequência. Um tipo de semente muito utilizada em simuladores é uma medida do instante inicial em que o programa é inicializado, num determinado uso do simulador. Assim, detecta-se o milissegundo exato em que o programa é inicializado, e esse número, que é de fato aleatório, é utilizado como semente para o gerador de números aleatórios. Com isso, cada vez que o programa seja executado, toda uma sequência diferente será gerada, a partir dessa semente aleatória, tornando a similaridade com uma sequência verdadeiramente aleatória ainda mais próxima.

Assim, assumindo que utilizamos um algoritmo gerador de números pseudoaleatórios, a partir de uma semente verdadeiramente aleatória, podemos ter um gerador de originalidade que será muito útil na construção de criatividade computacional. Na falta de um gerador de números aleatórios verdadeiro, os geradores de números pseudoaleatórios podem ser vistos como os motores de primeiridade utilizados em sistemas de criatividade computacional.

## **5 PROCESSOS GERADORES DE ORIGINALIDADE**

Em computadores, toda informação fica armazenada em estruturas de dados. Essas estruturas podem ser de diversas formas, tais como tuplas,

vetores, matrizes, tensores, árvores, grafos, etc. Essas estruturas são utilizadas para representar informações dos mais variados tipos, tais como dados de sensores, atuadores e estados internos de agentes, imagens gráficas, e até mesmo estruturas 3D como objetos. Tipicamente, quando pensamos em um processo criativo, gerado por computadores, estamos falando da criação de uma estrutura de dados como essas já mencionadas que seja, ao mesmo tempo, original e efetiva, ou seja, que tenha algum valor. Analisando a questão sob a perspectiva das categorias Peirceanas, estamos falando de um processo de primeiridade.

Vamos agora retomar a proposta de Boden (1998), de que existem três mecanismos geradores de originalidade, mas vamos fazê-lo agora sob uma perspectiva da semiótica Peirceana. Uma das características do pensamento Peirceano é aplicar de maneira recursiva os conceitos de primeiridade, segundidade e terceiridade, a si próprios. Assim, apesar de estarmos interessados em mecanismos geradores de originalidade, vamos categorizá-los como mecanismos com características de primeiridade, segundidade e terceiridade. O primeiro candidato para um processo gerador de originalidade, com características de primeiridade, é o próprio gerador de números pseudoaleatórios. Por meio deste processo, podemos gerar estruturas de dados completamente originais, simplesmente utilizando o processo de geração de números pseudoaleatórios para gerar cada item de uma estrutura de dados que queremos criar. Vamos chamar esse processo de um processo de **geração**. Ele é um processo de primeiridade, porque segundo Peirce, uma primeiridade é “tudo aquilo que é assim como é, ou seja, um primeiro, independente de um segundo ou terceiro” (Peirce, 1958, p. 221, CP 8.328, tradução nossa). O processo de geração, entretanto, não nos leva muito longe, pois as estruturas de dados que podem ser geradas vão se assemelhar, no máximo, a um ruído branco. A probabilidade de se conseguir gerar uma estrutura efetiva, necessária para um processo criativo, é muito baixa, utilizando-se somente processos de geração. Para conseguir estruturas originais e efetivas, faremos uso de um segundo processo, onde também utilizamos o gerador de números pseudoaleatórios, mas fazendo uso de uma outra estrutura de dados. Com isso, temos um exemplo de um processo de segundidade, pois segundo Peirce, uma segundidade

é “tudo aquilo que é o que é, somente em relação a um segundo, mas de maneira independente de um terceiro” (Peirce, 1958, p. 221, CP 8.328, tradução nossa). A esse tipo de processo, daremos o nome de um processo de **transformação**. Em um processo de transformação, tomamos como base um conjunto de estruturas de dados já existentes (que podem ser de qualquer tipo: imagens, grafos, parâmetros de funções, etc.), e primeiramente utilizamos o gerador de números pseudoaleatórios para escolher uma estrutura que será transformada. Em seguida, aplicamos novamente o gerador de números pseudoaleatórios para escolher um conjunto de partes da estrutura original que serão modificadas. E por fim, utilizamos novamente o gerador de números pseudoaleatórios, agora para substituir a parte modificada, utilizando um número pseudoaleatório gerado pelo gerador de números pseudoaleatórios. Há várias maneiras diferentes de criar processos de transformação. Em todas elas, entretanto, sempre usamos o gerador de números pseudoaleatórios para funcionar como motor de primeiridade. Por exemplo, quando vamos selecionar qual estrutura de dados vamos escolher para ser modificada, podemos escolher essa estrutura de maneira completamente aleatória, ou utilizar algum viés que nos indique a efetividade que queremos obter com o processo criativo. Assim, podemos dar maior probabilidade de escolha para estruturas que sejam mais efetivas. Entretanto, sempre haverá alguma aleatoriedade envolvida. Da mesma forma, quando vamos escolher a parte da estrutura original que será modificada, podemos também utilizar (ou não) algum viés que nos permita escolher as partes que sejam mais promissoras para gerar estruturas mais efetivas. E por fim, também na substituição da parte da estrutura que será inserida, podemos ou não utilizar a parte original, que pode por exemplo, ser utilizada em uma operação com os números pseudoaleatórios gerados para compor a nova parte da estrutura. Vemos com isso, que há várias maneiras diferentes de gerar processos de transformação.

Apesar de podermos, em um primeiro momento nos darmos como satisfeitos com processos de **geração** e processos de **transformação**, podemos ainda nos valer do conceito de terceiridade, e com isso conceber um terceiro tipo de processo gerador de originalidade: um processo que

chamaremos de processo de **combinação**. Esse tipo de processo fará uso de uma terceiridade, que para Peirce é “tudo aquilo que é o que é, em função de colocar um segundo e um terceiro, em relação um com o outro” (Peirce, 1958, p. 221, CP 8.328, tradução nossa). Um processo de combinação guarda muitas semelhanças com um processo de transformação, mas ao invés de utilizar somente uma estrutura original como base para a geração de novas estruturas, faz uso de estruturas terceiras. Para um processo de combinação, não é necessário que usemos somente duas estruturas originais. Podemos fazer uso de um número qualquer de estruturas originais (até mesmo um número aleatório). Um processo de combinação é constituído das seguintes etapas: da mesma maneira que no processo de transformação, utiliza-se um conjunto de estruturas de dados já estabelecidas (por exemplo, um banco de imagens, um conjunto de parâmetros para funções, etc.), e na sequência utiliza-se um gerador de números pseudoaleatórios para decidir um subconjunto desse conjunto original, que deverá compor o conjunto de estruturas que serão usadas no processo de combinação. Essa seleção das estruturas originais pode (ou não) envolver algum tipo de métrica que defina a efetividade, ou qualidade da estrutura original, visando aqui não somente gerar originalidade, mas gerar criatividade (lembrando que para haver criatividade, é necessário que aquilo que é gerado seja não somente original, mas também efetivo). Em seguida, utiliza-se novamente o gerador de números pseudoaleatórios, para decidir quais partes das estruturas originais serão utilizadas na composição da nova estrutura que será gerada. Por fim, utiliza-se novamente o gerador de números pseudoaleatórios, para gerar as novas subestruturas que serão inseridas na nova estrutura. De novo, da mesma maneira que no caso dos processos de transformação, no processo de combinação, há várias maneiras diferentes que podem ser concebidas. Pode-se utilizar números pseudoaleatórios para decidir quanto de cada estrutura do banco de estruturas inicial será utilizado, bem como o grau de modificação dessas subestruturas, e pode-se utilizar algum tipo de métrica que avalie o grau de efetividade da modificação. Assim, diversos tipos de processos de combinação podem ser concebidos.

Desta maneira, podemos conceber, do ponto de vista computacional, três tipos de processos geradores de originalidade:

- Processos de **Geração** (primeiridade)
- Processos de **Transformação** (segundidade)
- Processos de **Combinação** (terceiridade)

É importante salientarmos que, apesar dos três processos serem processos de primeiridade, cada um deles o faz exibindo características distintas de primeiridade, segundidade e terceiridade.

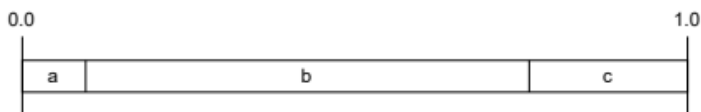
Um bom observador perceberá nesses processos de geração uma grande semelhança com operadores utilizados em algoritmos genéticos ou algoritmos evolutivos. O processo de transformação se assemelha muitíssimo com os processos de mutação, e os processos de combinação se assemelham muitíssimo com as operações de *crossover*. De fato, uma operação de mutação não deixa de ser um processo de transformação, e uma operação de *crossover* não deixa de ser um processo de combinação. Aqui em nossa análise estamos apenas generalizando os tipos de processos geradores de originalidade para abstrair esses operadores e compreender melhor por que esses operadores são efetivos no que se propõem a realizar, fazendo uma análise semiótica de seu funcionamento.

## 6 PROCESSOS DE DECISÃO POR EFETIVIDADE

Na seção anterior, já percebemos que, dentre as etapas de descrição dos processos geradores de originalidade, podemos fazer uso do motor de primeiridade proporcionado pelo algoritmo gerador de números pseudoaleatórios para não somente gerar estruturas originais, mas estruturas efetivas. Para isso, como sugerimos já na seção anterior, é necessária uma **métrica de efetividade**. Essa métrica deve ser capaz de avaliar a efetividade de uma dada estrutura, dando um valor a ela que seja proporcional a sua qualidade, para os objetivos que pretendemos atingir com ela. Essa métrica funcionará como um mediador no processo de decisão, ou seja, a mesma agirá como um elemento de terceiridade (mediação) na tomada de decisão. Mas como é possível realizar essa decisão mediada? Vamos aqui analisar o algoritmo mais comum utilizado nos algoritmos genéticos ou evolutivos para tomada de de-

cisão: o algoritmo da roleta<sup>3</sup>. Todo processo de decisão envolve uma seleção dentre um conjunto de alternativas. Vamos assumir aqui que cada alternativa corresponde a uma estrutura computacional, que pode (ou não) ter sido construída utilizando-se um processo gerador de originalidade.

Figura 1: Exemplo do Algoritmo da Roleta



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observemos a Figura 1, que nos apresenta um exemplo do uso do algoritmo da roleta. Nesse exemplo, temos 3 estruturas: *a*, *b* e *c*, em que o algoritmo precisa decidir por uma delas. A métrica de efetividade foi utilizada para reservar uma região, dentro do intervalo 0 a 1, proporcional à métrica atribuída a cada uma das estruturas. Vemos, portanto, que a métrica de efetividade é menor para a estrutura *a*, bem maior para a estrutura *b* e tem um valor intermediário para a estrutura *c*. Dessa forma, definimos as regiões do intervalo 0 a 1 para cada uma das estruturas que precisará ser selecionada. Em seguida, utilizamos o gerador de números pseudoaleatórios para nos gerar um número aleatório entre 0 e 1 (uma grande gama de algoritmos de geração de números pseudoaleatórios gera valores entre 0 e 1), e dependendo de qual região esse número cair, é feita a decisão pela estrutura computacional correspondente. Vemos que, por possuir uma região maior, a probabilidade da seleção da estrutura *b* é maior do que das estruturas *c* e *a*. Apesar disso, existe sempre uma possibilidade de estruturas com menor probabilidade serem selecionadas, pois existe um fator aleatório no processo. Com isso, o algoritmo da roleta pode fazer escolhas

<sup>3</sup> Algum leitor pode estranhar que a forma linear que o intervalo [0,1] é representada na figura 1, seria incompatível com o termo “roleta”. O algoritmo tem sua origem em roletas usadas em cassinos em jogos de azar. Nestes aparelhos, existe de fato um disco giratório, e sobre esse disco estão entalhados sulcos onde podem se acomodar uma pequena esfera que é lançada sobre o disco em movimento, sendo que a esfera acaba por se acomodar em um dos sulcos, após cessado seu movimento, realizando o sorteio do número correspondente ao número que identifica o sulco onde a esfera se acomodou. O algoritmo da roleta é inspirado em roletas reais, abstraídas em sua forma algorítmica e portanto acaba por levar seu nome por conta dessa inspiração.

que, ao mesmo tempo que envolvem certa aleatoriedade, proporcionam um viés de qualidade, onde a probabilidade de se escolher estruturas com maior valor na métrica de efetividade são maiores.

Aliás, é interessante observarmos a relação de processos de decisão por efetividade com inteligência. Apesar de existirem diferentes entendimentos do que seja inteligência e, de fato, essa ser uma questão em aberto na área de ciências cognitivas, se buscarmos a compreensão etimológica da palavra inteligência (Klein, 2003), veremos que esse termo advém da justaposição de “inter” com “legere”, ou seja, “pegar do meio de”, que em outras palavras indica a capacidade de fazer seleções, de fazer boas escolhas. O próprio Peirce identifica a terceiridade como a categoria da inteligência, talvez imaginando o processo de mediação onde uma escolha é mediada pelo valor atribuído a cada alternativa. Em nosso caso (processos criativos) estamos não somente fazendo uso de valores como mediadores, mas promovendo um hibridismo entre originalidade (primeiridade) e inteligência (terceiridade), pois a proporcionalidade da região da roleta para cada alternativa dá mais peso para as alternativas com maior efetividade (inteligência), mas também a aleatoriedade do processo de decisão envolve a importância da originalidade (primeiridade), envidando a descoberta de algo que seja novo e efetivo ao mesmo tempo.

## **7 POSSÍVEIS QUESTIONAMENTOS E DISCUSSÃO**

Seguindo nossa linha de raciocínio até aqui, podemos concluir que uma criatividade computacional não é somente uma aparência, ou seja, as diferentes evidências na geração de imagens hiper-realistas que são criadas em ferramentas como o MidJourney<sup>4</sup>, ou o DALL-E<sup>5</sup>, e os textos criados com LLMs como o ChatGPT<sup>6</sup>, o Gemini<sup>7</sup>, o Llama<sup>8</sup> não são somente um artifício de prestidigitação computacional, gerando ilusões de criatividade, mas que é sim possível falarmos de uma criatividade computacional,

<sup>4</sup> <https://www.midjourney.com/>

<sup>5</sup> <https://openai.com/index/dall-e-3/>

<sup>6</sup> <https://chatgpt.com/>

<sup>7</sup> <https://gemini.google.com/>

<sup>8</sup> <https://www.llama.com/>

que programas de computador podem gerar comportamento criativo. Apesar disso, alguns possíveis questionamentos poderiam ser levantados. A fragilidade mais aparente em nossa argumentação é que de uma certa forma, toda originalidade deriva, de um modo ou de outro, dos algoritmos de geração de números pseudoaleatórios. Alguém poderia questionar: se os números são chamados de pseudoaleatórios (em outras palavras, falsamente aleatórios), não seriam de fato números aleatórios. Com isso, toda essa geração seria determinística e, portanto, não haveria originalidade genuína. Nessa linha de raciocínio, entretanto, nos esquecemos de um ponto crucial: a semente utilizada nos algoritmos para iniciar o processo de cálculo. Essa semente é genuinamente aleatória, e tem a ver com o instante em que o programa é iniciado. É realmente notável como um único fator genuinamente aleatório pode ser o elemento gerador de aleatoriedade para toda a criatividade computacional. Mas definitivamente é isso que acontece. Uma única semente aleatória transforma um gerador de números pseudoaleatórios em um gerador de números aleatórios, e com isso temos o motor de primeiridade capaz de gerar originalidade em processos computacionais.

É necessário ressaltar, entretanto, que a coisa não é tão simples assim. É necessário compor, de diferentes maneiras, primeiridade, segundidade e terceiridade, para compreender os processos de geração, transformação e combinação, que geram originalidade, e depois utilizar os processos de decisão com efetividade, para logarmos de fato estruturas criativas, ou seja, que não somente são originais, como possuem efetividade, possuem valor, possuem qualidade.

Um fator que ainda não abordamos, mas que é crucial aqui é a qualidade dos processos criativos computacionais. Quando analisamos a criatividade em seres humanos, vemos que existem diferentes níveis, diferentes intensidades de criatividade. Existe desde a criatividade inventiva de seres humanos médios (ou normais, utilizando aqui a definição estatística de normalidade), e um espectro que começa com a baixa criatividade de indivíduos menos dotados e a genialidade dos grandes gênios da humanidade, capazes de invenções transformadoras da humanidade, seja nas artes, seja na ciência. Será que poderíamos observar o mesmo na criatividade computacional?

Aqui vamos nos aprofundar um pouco mais na questão da qualidade de nosso gerador de números pseudoaleatórios. Apesar de até aqui não termos levantado ainda essa questão, ela é crítica. Nem todos os geradores de números pseudoaleatórios possuem a mesma qualidade. Como nos alertam Hellekalek (1998) e James e Moneta (2020), bons geradores de números aleatórios não são fáceis de encontrar. Todo algoritmo gerador de números aleatórios possui suas vantagens e deficiências. Hellekalek (1998) discute diferentes critérios para encontrar os melhores algoritmos, segundo diferentes perspectivas e entender suas deficiências. James e Moneta (2020) nos trazem uma revisão dos algoritmos mais populares nos dias de hoje, junto com as principais metodologias que são utilizadas para garantir sua eficiência em aplicações críticas, onde qualquer viés na geração desses números pode ser comprometedora, como por exemplo, em aplicações na área de criptografia. Podemos então inferir que o uso de diferentes algoritmos geradores de números aleatórios em nossos processos criativos computacionais pode nos levar também a diferentes níveis ou intensidades de criatividade. Com isso, podemos inferir que a qualidade de um processo capaz de criatividade computacional pode ser influenciada pela qualidade do algoritmo gerador de números pseudoaleatórios utilizada como base para seu funcionamento.

Da mesma forma, outro fator crítico para o desenvolvimento de processos de criatividade computacional é a métrica de efetividade utilizada. Uma métrica de efetividade é uma função numérica que avalia uma dada estrutura computacional e atribui um valor a ela. A presunção para uma boa métrica de efetividade é que exista uma proporcionalidade entre os números gerados por essa função e a qualidade da estrutura computacional sob escrutínio. Embora, em princípio, a ideia seja completamente compreensível, encontrar boas métricas de efetividade também não é fácil. Não-linearidades na adoção de uma ou outra métrica de efetividade podem comprometer seriamente a qualidade na avaliação das estruturas computacionais e implicar em uma distribuição deficiente de regiões no algoritmo da roleta, comprometendo todo o processo de geração criativa.

A grande dúvida, que poderia comprometer uma atribuição de capacidade criativa a máquinas, seria a questão do fator surpresa. Se assu-

mirmos a definição de criatividade de Runco e Jaeger (2012), poderíamos concluir que processos computacionais podem ser criativos. Se aderirmos à noção de Boden (1998, 2005), de que o fator surpresa é também, junto com novidade e valor, condição necessária para a criatividade, então talvez essa capacidade criativa possa ser questionável. De uma certa forma, o fator surpresa depende muito da criatividade de quem avalia. Se uma estrutura computacional gerada por um processo computacional nos causar surpresa, ou seja, se for muito diferente do que esperaríamos observar, iremos atribuir criatividade ao responsável por sua geração. Se apesar de original e efetivo, essa criação não for muito diferente de algo que nós mesmos poderíamos gerar, talvez questionemos se o processo é mesmo criativo. Entretanto, o uso do fator surpresa como condição necessária torna uma definição de criatividade algo muito subjetivo. Talvez não deixe de ser criativo, mas seja somente menos criativo do que nós mesmos seríamos. Uma definição de criatividade como essa acaba sendo por demais antropocêntrica e dá margem a muitas discussões. Daria margem até mesmo a que certos seres humanos fossem considerados não criativos. De fato, dependendo dos juízes escolhidos para atribuir criatividade, um número diferente de seres humanos poderia (ou não) ser considerados criativos – aqueles com capacidade criativa inferior a dos juízes.

Esse embate vem sendo travado na literatura. Alguns autores, como por exemplo Chakrabarty *et al.* (2023) defendem que a criatividade atribuída a LLMs é falsa, e que esses algoritmos não podem ser considerados criativos, mesmo que suas criações sejam originais e de valor. No estudo que realizaram, analisaram textos criados por LLMs, versus textos criados por escritores profissionais, onde um conjunto de especialistas era convidado a avaliar a criatividade dos textos, acabando por concluir que os textos gerados pelos LLMs não eram criativos (talvez pudéssemos dizer, menos criativos, ao invés de não criativos). Chakrabarty *et al.* (2023) chegam a sugerir que a colaboração entre humanos e LLMs poderia levar ao desenvolvimento de textos mais criativos, mas sempre dentro dessa perspectiva antropocêntrica, que reserva a criatividade como uma capacidade exclusiva a seres humanos. Já Franceschelli e Musolesi (2023) são mais abertos. Entendem que LLMs poderiam exibir criatividade combinacional (Boden,

1998), mas defendem que os atuais LLMs certamente não são capazes de exibir criatividade transformacional (aquela que demandaria abstrações ou mudanças de perspectiva no enquadramento das coisas, segundo Boden). Mas não excluem a possibilidade de que futuros LLMs, mais elaborados e refinados, possam também vir a exibir esse tipo de criatividade.

Vamos tentar entender a questão um pouco melhor. Sabemos que os atuais LLMs não levam em consideração a questão semântica em seu processo gerativo. Os textos produzidos por LLMs levam em consideração somente a vizinhança entre palavras, em um repertório gigantesco de textos utilizados como amostras, durante sua fase de aprendizagem, para estabelecer uma correlação entre as distâncias entre diferentes palavras em textos de referência, para gerar, utilizando um viés aleatório, a próxima palavra de uma sentença que está construindo. Isso é feito de maneira recursiva, levando em consideração não somente a probabilidade de uma palavra em relação à palavra anterior, mas a toda uma sequência anterior, e as probabilidades em que isso já pode ou não ter ocorrido no passado. Essa estratégia extremamente simples acaba por gerar textos surpreendentemente sofisticados, como se tivessem sido escritas por uma pessoa, com atribuição de significado. Na verdade, não uma única pessoa, mas todas as pessoas que redigiram os textos originais, utilizados como amostras durante o treinamento do algoritmo. Mas a atribuição de significado, de fato, se dá somente por conta do leitor, não do algoritmo. O percentual de aleatoriedade inserido no procedimento é crítica. Uma aleatoriedade muito pequena pode levar à clara identificação dos fragmentos dos textos originais que foram utilizados na fase de aprendizagem. Uma aleatoriedade muito grande, pode levar ao fenômeno conhecido por “alucinação”. Ou seja, os textos gerados tornam-se por demais “criativos” (adjetivo colocado aqui de modo propositadamente provocativo), chegando, em alguns momentos, até a perder o sentido, caso a aleatoriedade torne-se alta demais. Esse mesmo procedimento utilizado nos LLMs é também utilizado nos processos de geração de imagens hiper-realistas. Só que nesse caso, ao invés da proximidade entre palavras, em textos utilizados como amostras, é medida a proximidade entre pixels de imagens utilizadas como referência. Mas

a estratégia é similar, só que bidimensional, ao invés de unidimensional, como no caso de textos.

Poderíamos nos questionar se esses algoritmos possuem compreensão (ou entendimento) daquilo que geram (e aqui nossa posição é a de que de fato, não possuem esse entendimento, mesmo os sistemas mais modernos de inteligência artificial, na data de hoje – o que não significa que no futuro não o possam ter). Mas a pergunta aqui é outra, e não convém misturar entendimento com criatividade. Afinal, um indivíduo *savant*<sup>9</sup> pode ser considerado extremamente criativo, mesmo que não compreenda exatamente o que está fazendo. Dessa forma, nosso entendimento é que os processos computacionais podem ser criativos, mesmo que o façam sem um entendimento comparável ao entendimento humano sobre aquilo que produzem.

Nosso entendimento é que processos computacionais podem sim ser criativos. Entretanto, essa criatividade possui um nível, uma intensidade, que pode ser bastante inferior à de seres humanos, principalmente quando consideramos especialistas humanos em certas habilidades. Com relação ao fator surpresa, constatamos que o mesmo possui forte dependência com o nível de aleatoriedade utilizado nos processos de geração, transformação e combinação de estruturas computacionais que são utilizados nos algoritmos de inteligência artificial. Quando essa aleatoriedade é pequena demais, o resultado acaba sendo menos criativo, mais parecido com os fragmentos de componentes (palavras, píxeis ou outro elemento atômico de dados) utilizados durante a fase de treinamento dos algoritmos. Quando essa aleatoriedade cresce, aumenta a chance das estruturas geradas se tornarem surpreendentes, até chegar ao ponto em que começam a “alucinar” e deixar de gerar estruturas realistas, condizentes com as que seres humanos seriam capazes de gerar. No caso de textos, esses começam a perder a coerência semântica. Em caso de imagens, elas deixam de ser realistas. Dessa forma, até mesmo o fator surpresa poderia ser considerado, dentro das possíveis definições de criatividade que poderíamos utilizar para evidenciar nosso entendimento. Entretanto,

---

<sup>9</sup> O savantismo é considerado um distúrbio psíquico com o qual a pessoa possui uma grande habilidade intelectual aliada a um déficit de outros tipos de inteligência. Tais habilidades são sempre ligadas a uma memória extraordinária, porém com pouca compreensão do que está sendo descrito.

estudos futuros ainda serão necessários para uma melhor compreensão de como essa dose de aleatoriedade afeta as estruturas de dados geradas, e se haveria uma dose ideal de aleatoriedade onde estruturas surpreendentes, originais e com valor possam ser criadas, atendendo até mesmo a definição de criatividade de Boden. Da mesma forma, seria necessário compreender melhor por que, acima dessa dose ideal de aleatoriedade, os resultados começam a degenerar e as estruturas geradas deixam de ser compatíveis com aquelas que seriam geradas por seres humanos.

## **8 CONCLUSÃO**

Podemos concluir, de toda essa discussão que: (a) apesar dos algoritmos geradores de números pseudoaleatórios serem determinísticos, o uso de uma semente verdadeiramente aleatória os transforma em geradores de números aleatórios; (b) esse gerador de números aleatórios, como um processo computacional, funciona como um motor de primeiridade, capaz de gerar originalidade; (c) essa originalidade, composta com elementos de segundidade e terceiridade (trazidos pelo critério de efetividade, que funciona como um mediador nos processos de decisão e seleção), nos permite derivar os processos de geração, transformação e combinação, que seriam os elementos principais na construção de processos de criatividade computacional; (d) a capacidade criativa pode possuir diferentes níveis de intensidade, que estão relacionadas, de forma ainda não completamente conhecida, com a quantidade e onde a aleatoriedade é inserida em estruturas obtidas a partir da realidade.

Dessa forma, podemos concluir que processos geradores de criatividade computacional são, não somente viáveis, mas explicáveis segundo a perspectiva da semiótica de Peirce. Entretanto, da mesma forma que a criatividade humana é variável, de indivíduo para indivíduo, os processos geradores de criatividade computacional podem ter diferentes níveis de qualidade, dependendo da qualidade dos geradores de números aleatórios, das métricas de efetividade utilizados e da proporcionalidade entre a aleatoriedade empregada e a preservação das estruturas originais utilizadas nos processos de transformação e combinação.

## REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. *The Categories*. The Project Gutenberg: Salt Lake City, 2021. Disponível em: <https://www.gutenberg.org/ebooks/2412>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- AKYILDIZ, E. C. Generative text-to-image models in architectural design: a study on relationship of language, architectural quality and creativity. *Icontech international journal of surveys, engineering, technology*, Izmit, v. 7, n. 3, p. 12-26, Sept. 2023. Disponível em: <https://icontechjournal.com/index.php/ij/article/view/304/108>. Acesso em: 25 set. 2024.
- BODEN, M. A. Creativity and artificial intelligence. *Artificial intelligence*, v. 103, n. 1-2, p. 347-356, Aug. 1998.
- BODEN, M. A. What is creativity?. In: MITHEN, S. (ed.). *Creativity in human evolution and prehistory*. London: Routledge, 2005. p. 27-55.
- BORJI, A. Generated faces in the wild: quantitative comparison of stable Diffusion, Midjourney and DALL-E 2. *arXiv*, New York, n. 2210.00586v1, p. 1-9, Oct. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2210.00586v1/>. Acesso em: 25 set. 2024.
- CHAKRABARTY, T.; LABAN, P.; AGARWAL, D.; MURESAN, S.; WU, C. Art or artifice? large language models and the false promise of creativity. *arXiv*, New York, n. 2309.14556v1, p. 1-42, Sept. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2309.14556v1/>. Acesso em: 25 set. 2024.
- CHAKRABARTY, T.; PADMAKUMAR, V.; BRAHMAN, F.; MURESAN, S. Creativity support in the age of large language models: an empirical study involving emerging writers. *arXiv*, New York, n. 2309.12570v1, p. 1-33, Sept. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2309.12570v1/>. Acesso em: 25 set. 2024.
- DENG, L.; LIN, D. K. J. Random number generation for the new century. *American Statistician*, [s.l.], v. 54, n. 2, p. 145-150, May 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2686034/>. Acesso em: 25 set. 2024.
- DENNIS, J. L.; STELLA, A. Teaching creativity: the case for/against genetic algorithms as a model of human creativity. *The open education journal*, v. 4, n. 1, p. 36-40, Nov. 2011. Disponível em: <https://benthamopenarchives.com/abstract.php?ArticleCode=TOEDUJ-4-36/>. Acesso em: 25 set. 2024.
- VEGA, F. F. de; NAVARRO, L.; CRUZ, C.; CHÁVEZ, F.; ESPADA, L.; HERNÁNDEZ, P.; GALLEGU, T. Unplugging evolutionary algorithms: on the sources of novelty and creativity. In: IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, July 2013, Cancun, *Proceedings* [...]. Cancun: Institute of electrical and electronics engineers, 2013. p. 2856-2863. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6557916/>. Acesso em: 25 set. 2024.

FRANCESCHELLI, G.; MUSOLESI, M. Creativity and machine learning: a survey. *arXiv*, New York, n. 2104.02726v1, p. 1-25, Apr. 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2104.02726v1>. Acesso em: 25 set. 2024.

FRANCESCHELLI, G.; MUSOLESI, M. On the creativity of large language models. *arXiv*, New York, n. 2304.00008v1, p. 1-17, Mar. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2304.00008v1/>. Acesso em: 25 set. 2024.

HANNA, D. M. The use of artificial intelligence art generator “Midjourney” in artistic and advertising creativity. *Journal of design sciences and applied arts*, Cairo, v. 4, n. 2, p. 42-58, June 2023. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.21608/jdsaa.2023.169144.1231/>. Acesso em: 25 set. 2024.

HELLEKALEK, P. Good random number generators are (not so) easy to find. *Mathematics and computers in simulation*, Bruxelles, v. 46, n. 5-6, p. 485-505, June 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-4754\(98\)00078-0/](https://doi.org/10.1016/S0378-4754(98)00078-0/). Acesso em: 25 set. 2024.

JAMES, F.; MONETA, L. Review of high-quality random number generators. *Computing and software for big science*, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 1-12, Jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41781-019-0034-3/>. Acesso em: 25 set. 2024.

JARUGA-ROZDOLSKA, A. Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. *Architectus*, Wrocław, v. 3, n. 71, p. 95-104, Nov. 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.37190/arc220310/>. Acesso em: 25 set. 2024.

KANT, I. *Critique of pure reason*. London: Minerva Heritage Press, 2024.

KLEIN, E. *A comprehensive etymological dictionary of the English language: dealing with the origin of words and their sense development thus illustrating the history of civilization and culture*. [Amsterdam]: Elsevier, 2003.

KNUTH, D. E. Random numbers. In: KNUTH, D. E. *The art of computer programming: seminumerical algorithms*. [USA]: Addison-Wesley Professional, 2014. v. 2, p. 1-193.

LANE, R. Peirce on reality and existence. In: De Waal, C. (ed.). *The Oxford handbook of Charles S. Peirce*. Oxford: Oxford University Press, 2024.

NAIK, R. B.; SINGH, U. A review on applications of chaotic maps in pseudo-random number generators and encryption. *Annals of data science*, [s.l.], n. 1, p. 25-50, Feb. 2024. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s40745-021-00364-7/>. Acesso em: 25 set. 2024.

PEARSON, A. The rise of CreAltives: using AI to enable and speed up the creative process. *Journal of AI, robotics & workplace automation*, London, v. 2, n. 2, p. 101-114, Jan. 2023.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Charles Hartshorne e Paul Weiss. Cambridge: Harvard University Press, 1931. v. 1-2.

PEIRCE, C. S. *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Editado por Arthur W. Burks. Cambridge: Harvard University Press, 1958. v. 7-8.

RADHAKRISHNAN, A. M. Is MidJourney-AI a new anti-hero of architectural imagery and creativity?: an atypical era of Ai-based representation & its effect on creativity in the architectural design process. *Global Scientific Journals*, v. 11, n. 1, Jan. 2023. Disponível em: [http://www.globalscientificjournal.com/researchpaper/Is\\_MidJourney\\_AI\\_a\\_new\\_Anti\\_hero\\_of\\_Architectural\\_Imagery\\_and\\_Creativity\\_.pdf/](http://www.globalscientificjournal.com/researchpaper/Is_MidJourney_AI_a_new_Anti_hero_of_Architectural_Imagery_and_Creativity_.pdf/). Acesso em: 25 set. 2024.

RESCHER, N. *Process metaphysics: an introduction to process philosophy*. [New York]: Suny Press, 1996.

RUNCO, M. A.; JAEGER, G. J. The standard definition of creativity. *Creativity research journal*, Philadelphia, v. 24, n. 1, p. 92-96, Feb. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092/>. Acesso em: 25 set. 2024.

SILVEIRA, L. F. B. Acaso, existência e lei num universo em evolução. *Cognitio*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 117-137, jul./dez. 2000.

WERTZ, L.; KUHN, J. Adapting transformer language models for application in computational creativity: generating German theater plays with varied topics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL CREATIVITY, 13., 2022, Bolzano. *Proceedings* [...]. Bolzano: Association for computational creativity, June/ July 2022. p. 17-25.

WHITEHEAD, A. N. *Process and reality*. [New York]: Simon and Schuster, 2010.

WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. *Charles Sanders Peirce bibliography*. In: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Charles\\_Sanders\\_Peirce\\_bibliography&oldid=1187258778](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Charles_Sanders_Peirce_bibliography&oldid=1187258778). Acesso em: 31 jan. 2024.

ZHANG, C. User-controlled knowledge fusion in large language models: balancing creativity and hallucination. *arXiv*, New York, n. 2307.16139, p. 1-7, Aug. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2307.16139/>. Acesso em: 19 Jan. 2024.



# GLOSSÁRIO

*Carlos Cândido de ALMEIDA*

*UNESP*

*carlos.c.almeida@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-8552-1029>*

*Mariana VITTI-RODRIGUES*

*UNESP*

*mvittirodrigues@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-4764-2575>*

A breve peça terminológica abaixo arrolada foi compilada e sistematizada pelos organizadores. Para tanto, foram coletados e selecionados os principais termos e definições elaborados pelos autores dos capítulos das coletâneas: “Estudos Pluridisciplinares da Informação: Filosofia, Tecnologia e Semiótica” (Coleção Estudos em Ciência da Informação, nº 2) e “Estudos Pluridisciplinares da Informação: Ciência da Informação, Ética e Linguagem” (Coleção Estudos em Ciência da Informação, nº 3). O critério de pertinência dos termos incluídos na lista deu-se pela representatividade da temática dos livros. Em alguns casos, os organizadores do glossário adicionaram termos e complementaram as definições. Espera-se que este

breve glossário seja útil para a compreensão dos livros supracitados e para o estudo do tema.

**Abordagem interdisciplinar:** Uma abordagem interdisciplinar é a colaboração entre diferentes áreas para entender questões complexas, combinando conhecimentos e métodos para uma visão aprofundada. Em contraste com uma abordagem disciplinar única, essa metodologia busca combinar conhecimentos, metodologias e perspectivas provenientes de diversas áreas, visando oferecer uma compreensão mais holística e abrangente de um determinado fenômeno ou problema. O propósito é estabelecer uma sinergia entre os conhecimentos específicos de cada disciplina, a fim de alcançar compreensão mais completa e integrada do assunto em análise. (Valdirene Aparecida Pascoal e Maria Eunice Quilici Gonzalez).

**Afeto:** instrumento de autorregulação do bem-estar ou/e de regulação das relações sociais de um organismo, manifestado como expressão corporificada de uma avaliação infraconsciente de informações ambientais (físicos e culturalizados) ou/e internas ao corpo, que são valoradas de acordo com condições e motivações contextuais do organismo, motivando expressões físicas e respostas comportamentais de algum tipo. (Pedro Dolabella Chagas).

**Affordance:** possibilidades de ação que o ambiente oferece para um organismo incorporado e situado. As *affordances* constituem e caracterizam o modo como o organismo vive, constituindo o seu nicho, o qual expressa o processo co-evolutivo organismo-ambiente. (Juliana Moroni).

**Arqueologia do saber:** Método de investigação nas Ciências Humanas, denominado pelo por Michel Foucault de arqueologia ou método arqueológico. Descreve o domínio do saber por meio da prática discursiva em uma estrutura específica ou em um campo específico. (Marta Lúcia Pomim Valentim e Augusto Júnior Macucule).

**Bolha de Simplicidade:** Quando uma fonte externa de fenômenos prende o observador numa armadilha nômica dentro da qual o observador é enganado (devido a fonte ser suficientemente mais complexa que o observador) a demonstrar que uma teoria (ou modelo) é globalmente ótima, apesar desta ser apenas localmente ótima. (Ricardo Peraça Cavassane, Felipe S. Abrahão e Itala M. Loffredo D'Ottaviano)

**Ciência da Informação:** 1. “Ciência da Informação é a disciplina que investiga as propriedades e o comportamento informacional, as forças que governam os fluxos de informação, e os significados do processamento da informação, visando à acessibilidade e a usabilidade ótima. A Ciência da Informação está preocupada com o corpo de conhecimentos relacionados à origem, coleção, organização, armazenamento, recuperação, interpretação, transmissão, transformação, e utilização da informação. Isto inclui a pesquisa sobre a representação da informação em ambos os sistemas, tanto naturais quanto artificiais, o uso de códigos para a transmissão eficiente da mensagem, bem como o estudo do processamento e de técnicas aplicadas aos computadores e seus sistemas de programação. É uma ciência interdisciplinar derivada de campos relacionados, tais como a Matemática, Lógica, Linguística, Psicologia, Ciência da Computação, Engenharia da Produção, Artes Gráficas, Comunicação, Biblioteconomia, Administração, e outros campos científicos semelhantes. Têm ambos componentes, de ciência pura visto que investiga seu objeto sem considerar sua aplicação, e um componente de ciência aplicada, visto que desenvolve serviços e produtos” (Borko, 1968, p. 3). (Elaborado por Marta Lígia Pomim Valentim e Augusto Júnior Macucule). 2. De modo geral, cabe à ciência da informação (i) “a análise dos processos de construção, comunicação e uso da informação” e (ii) “a concepção dos produtos e sistemas que permitem sua construção, comunicação, armazenamento e uso.” (Le Coadic, 1996, p. 26).

**Codificação Neural:** A codificação neural descreve o estudo do processamento das informações através dos neurônios. O objetivo desses estudos é qual tipo de informação é utilizada e como a informação é transformada à medida que passa de uma fase de processamento para outra. O campo da codificação neural procura sintetizar as informações provenientes de vários níveis de análise e explicar como o comportamento integrado surge da atividade cooperativa de populações de neurônios formando assembleias no cérebro. (Diogo Fernando Massmann).

**Codificação:** representação dos caracteres ou símbolos constituintes de uma mensagem ou um evento utilizando-se um outro alfabeto de símbolos mais conveniente e com palavra de código pré-especificada. (João E. Kogler Jr.).

**Competência em informação:** conjunto de habilidades que demanda dos indivíduos a capacidade de reconhecer quando a informação é necessária e ter a competência de localizar, avaliar e utilizar as informações necessárias de maneira eficaz. (Maria Livia Pacheco de Oliveira).

**Complexidade:** Coexistência dos contrários no sistema. (Marivalde Moacir Francelin). Um sistema complexo pode ser definido como um conjunto de objetos interdependentes, o que implica que a modificação ou retirada de qualquer objeto pertencente ao sistema afeta as propriedades do mesmo (Bresciani, 2013). (Mariana Vitti-Rodrigues)

**Compreensão de um termo:** A compreensão é formada pelas características, qualidades ou formas que são relativas a um termo. No caso do exemplo do termo homem, a compreensão de homem seria formada por animal, racional, bípede etc. (Alexandre Augusto Ferraz).

**Comunicação:** Qualquer procedimento pelo qual uma mente afeta outra mente. Além da fala escrita e oral, a comunicação envolve música, artes pictóricas, teatro, balé e, de fato, todo comportamento humano. Em algumas situações pode ser desejável usar uma definição mais ampla de comunicação. Tal definição envolveria procedimentos por meio dos quais um mecanismo (por exemplo um equipamento automático para rastrear um aeroplano e computar suas prováveis posições futuras) afeta outro mecanismo (por exemplo um míssil guiado perseguindo este aeroplano). (Marcos Antonio Alves).

**Criatividade:** caracteriza-se como um processo gerativo de estruturas originais, por meio da combinação, exploração, ou transformação de um espaço conceitual vigente, cujo resultado possui algum tipo de valor (Runco e Jaeger 2012; Boden 1996). Boden (1999, p.76) distingue dois tipos de criatividade: P-Criativa e H-Criativa: “uma ideia valiosa é P-Criativa se a pessoa em cuja mente a ideia surgiu não poderia já ter tido a mesma ideia. Por contraste, uma ideia valiosa é H-Criativa se esta ideia for P-Criativa e ninguém mais, em toda história humana, já teve esta ideia antes” (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Dado:** “Dado é qualquer elemento identificado em sua forma bruta que, por si, não conduz a uma compreensão de determinado fato ou situação” (Oliveira, p. 275-276, 2004).

**Decodificação:** processo inverso ao da codificação, de restituir à sua forma original uma mensagem codificada. (João E. Kogler Jr.).

**Desinformação:** Informação deliberadamente criada com o intuito de ludibriar, enganar, contradizer e confundir. (Maria Lívia Pacheco de Oliveira).

**Desordem da informação:** conjunto de múltiplas transgressões do uso da informação, de modo que esta se torne divergente da informação considerada como legítima e verdadeira, com base na história, nos fatos, no contexto e na ciência. (Maria Lívia Pacheco de Oliveira).

**Dicisigno:** um signo duplo composto por um ícone e um índice remático estruturados por uma sintaxe que gera um interpretante de existência, i.e., uma afirmação que reivindica que a estrutura representada pela colocação entre ícone e índice espelha um fato (que é o objeto do signo-veículo que o representa por descrição e referência). (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Documento:** “O documento é um valor informacional que se atribui ao objeto, ou seja, é o produto da significação ou da função atribuída a uma coisa institucionalizada num determinado contexto. A materialidade do documento é ulterior à fisicalidade da informação num suporte. Todo documento: (a) representa algo e pode ser representado; (b) é uma expressão simbólica de poder/saber.” (Rabello, 2019, p. 25). (Rodrigo Rabello).

**Entropia de Shannon:** valor médio da quantidade de informação de um conjunto de mensagens ou eventos. (João E. Kogler Jr.).

**Entropia:** Medida da incerteza de uma variável randômica. Trata-se da medida da desordem. Quanto mais desordenada uma fonte, maior a sua quantidade de entropia. A entropia está em proporção inversa à ordem. (Marcos Antonio Alves).

**Epistemologia histórica da Ciência da Informação:** teorias do conhecimento baseadas na historicidade local, contextual e dialética de manifestação da pluralidade e da horizontalidade de teorias, de métodos, de

conceitos e de práxis co-constituídos por pessoas pesquisadoras de, em e para Ciência da Informação. (Gustavo Silva Saldanha).

**Decolonialidade biblioteconômico-informacional:** perspectiva epistemológica tecida do local para o global via a compreensão de construtos teórico-metodológicos em Ciência da Informação como parte da dialética do colonialismo epistêmico, fruto dos processos econômico-políticos de formação da cientificidade moderna de origem europeia e americana. (Gustavo Silva Saldanha).

**Epistemicídio biblioteconômico-informacional:** fundamento do massacre de saberes a partir do uso de teorias e de conceitos, de métodos e técnicas oriundas do pensamento biblioteconômico-informacional hegemônico para exploração e para extinção de epistemologias locais. (Gustavo Silva Saldanha).

**Estrutura Intelectual:** Refere-se à organização das capacidades cognitivas e mentais de um indivíduo ou grupo, que influenciam a maneira de pensar, processar informações, tomar decisões e compreender o mundo ao seu redor. (Marta Lígia Pomim Valentim e Augusto Júnior Macucule).

**Ética Informacional:** área filosófico-interdisciplinar que visa refletir sobre questões éticas relacionadas aos impactos da inserção de tecnologias digitais na vida cotidiana. Conforme Moraes (2019), a ética informacional é uma extensão de um subsistema de princípios morais de um sistema ético tradicional. A Ética Informacional pode ser analisada como constituída a partir de alguns princípios morais de teorias éticas tradicionais, mas que pode também apresentar novos princípios para avaliar moralmente as possibilidades de ação que surgem da relação entre os indivíduos e as tecnologias digitais. (João Antonio de Moraes e Rafael Rodrigues Testa).

**Extensão de um termo:** A extensão de um termo é definida como a totalidade de objetos reais que se aplicam a um termo. Um dos exemplos que podemos encontrar no texto de Peirce (1982, p. 272-286) é em relação ao termo homem. A extensão deste termo é composta por todos os homens que conhecemos, incluindo os possíveis (passados e futuros). (Alexandre Augusto Ferraz).

**Fake news:** Tipo de desinformação geralmente estruturada em um simulacro de informação jornalística, como as notícias. (Maria Livia Pacheco de Oliveira).

**Ficção:** ato de poiesis autoral que produz um “mundo possível”, entendido como um quadro, situação ou enredo a priori não limitado por propriedades do mundo real, habitado por entes selecionados ou inventados no próprio processo de construção de mundo, regrado por modalidades de existência e ação internas a ele mesmo, e que, na interface com o público, indica pragmaticamente a sua própria condição de invenção. (Pedro Dolabella Chagas).

**Filosofia da Informação:** Analisa o conceito de informação a partir de uma perspectiva histórica e sistemática, tendo surgido a partir do crescente interesse da noção de informação nas humanidades, e, em especial, em diferentes áreas da Filosofia, como lógica, ética, estética e ontologia (Adriaans 2024). Filósofos da informação buscam investigar a relação entre informação e verdade, informação e dados, informação, significado e conhecimento, *fake News*, dentre outros temas. Além de interesses sobre as consequências éticas do crescente uso de tecnologias da informação e da comunicação para a ciência e sociedade.

**Fisicalidade da informação:** “Corresponde às propriedades físicas do objeto-suporte de informação que permite sua existência no espaço e no tempo.” (Rabello, 2019, p. 24). É o pressuposto do conceito de informação registrada.

**Forma:** (i) Possui o “ser de predicado” (Peirce, 1998, p. 544); (ii) É uma disposição; um real potencial (Peirce, 1998, p. 388). No item (ii) forma pode ser vista como uma proposição condicional, em seu sentido pragmático, afirmando que algumas coisas sob determinadas condições funcionarão de determinada maneira – trata-se do próprio hábito que está incorporado no objeto (Peirce, 1998, p. 544) e que pode ser representado mediante um símbolo ou um conceito (hábito mental). Peirce segue a via media na qual “forma” tem ambos os caracteres de primeiridade e de terceiridade” (Emmeche; Queiroz; El-hani, 2010, p. 641). (Alexandre Augusto Ferraz).

**Ícone:** “[...] é um signo que se refere ao objeto que denota por meio de seus próprios caracteres” (Peirce, CP 2.247, 1903, tradução nossa). (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Identidade de gênero:** Gênero com o qual uma pessoa se identifica, que pode ou não concordar com o gênero que lhe foi atribuído quando de seu nascimento. Diferente da sexualidade da pessoa. Identidade de gênero e orientação sexual são dimensões diferentes e que não se confundem. Pessoas transexuais podem ser heterossexuais, lésbicas, gays ou bissexuais, tanto quanto as pessoas cisgênero. (Jesus, 2012, p. 24). (Marco Donizete Paulino da Silva e Luciana de Souza Gracioso).

**Imaginação:** agenciamento de conteúdos mentais, substâncias físicas e/ou capacidades corporais em ações e/ou produtos imprevisas, cujas funções serão integradas aos contextos de experiência, produção, juízo e ação em que ela acontece, podendo gerar resultados momentâneos ou de longa subsistência no tempo. (Pedro Dolabella Chagas).

**Índice:** é um signo “[...] que se refere ao objeto que denota por meio de ser realmente afetado por este objeto”, como pegadas na areia (Peirce, 1931, p. 368, CP 2.248, tradução nossa). (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Informação (Etimologia):** 1. derivada da palavra latina *informare*, cujo significado é dar forma (Capurro 2009). 2. o que dá forma, unidade de sentido. (Marivalde Moacir Francelin).

**Informação (Ciência da Informação):** No contexto da Ciência da Informação, informação é gerada por seres humanos e para seres humanos, dependendo de uma forma de registro que possibilita sua permanência no tempo e no espaço. De acordo com Le Coadic (1996, p.5), “informação comporta um elemento de sentido. É um significado transmitido a um ser consciente por meio de uma mensagem inscrita em um suporte espacial-temporal: impresso, sinal elétrico, onda sonora, etc. Essa inscrição é feita graças a um sistema de signos (linguagem), signo este que é um elemento da linguagem que associa um significante a um significado”.

**Informação (Teoria Matemática da Comunicação):** Medida da liberdade de escolha quando se seleciona uma mensagem. Relaciona-se não ao que

realmente se diz, mas ao que se poderia dizer. Nessa perspectiva, só pode haver informação onde há dúvida e dúvida implica na existência de alternativas – donde escolha, seleção, discriminação”. (Marcos Antonio Alves).

**Informação (Teoria Peirceana):** 1. Lógico-Proposicional: O total de símbolos traduzidos que são medidos pelo quanto de compreensão o termo tem além do que é necessário para limitar sua extensão (Peirce, 1982, p. 287). (Alexandre Augusto Ferraz). 2. Semiótica: “o processo de comunicação da forma disponível no objeto por meio da constituição de um discisigno formado pela colocação entre índice-ícone” (Vitti-Rodrigues; Emmeche, 2017, p. 300, tradução nossa). 3. Grafos Existenciais: uma abordagem diagramática da informação por meio do estudo da lógica das relações em que a atribuição de necessidade e possibilidade às proposições é concebida de acordo com um dado estado de informação (Silveira 2008).

**Informação ecológica:** informação preenhe de significado, disponível no ambiente para ser captada diretamente. Conjunto de *invariantes* que emergem de processos auto-organizados, ajustando-se, propiciando a instanciação de significado (Juliana Moroni).

**Internet:** caracteriza-se como uma estrutura topológica distribuída e se caracteriza como uma rede livre-de-escala. Considerando seu propósito inicial de constituir um sistema de comunicação militar, preocupou-se que a internet possuísse uma estrutura que não fosse vulnerável a possíveis inimigos. Paul Baran, responsável por desenvolver o projeto, a construiu com uma estrutura distribuída, similar ao sistema de rodovias, de modo a ser redundante o bastante para que, mesmo com a queda de qualquer nó, outros caminhos alternativos fossem possíveis para a conexão entre os nós restantes. Barabási (2002, p. 145) faz a seguinte consideração: “embora tenha sido construída pelo homem [...], a internet está mais próxima de um ecossistema do que de um relógio suíço”. (João Antonio de Moraes e Rafael Rodrigues Testa).

**Interpretante:** Um signo, ou *representamen*, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria, na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais

desenvolvido. Ao signo assim criado denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. Representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia de que eu, por vezes, denominei *fundamento* do representamen (Peirce, 1960a, p. 135, grifos do autor); “[...] informação é o tipo de interpretante no qual símbolos são traduzidos em novos e mais desenvolvidos símbolos.” (Nöth, 2013, p. 145). (Alexandre Augusto Ferraz).

**Invariante:** padrões informacionais que apresentam constância no processo de dinamicidade da relação organismo-ambiente. As *invariantes* são classificadas por Gibson (1986) em *estruturais*, isto é, propriedades que permanecem constantes em meio a alterações no ambiente, e *transformacionais*, isto é, padrões de mudança que permanecem constantes, possibilitando a identificação da ação dos organismos no ambiente. (Juliana Moroni).

**Leitura:** processo cognitivo que parte da visão sequencial dos símbolos linguísticos grafados no papel para articulá-los semioticamente nas unidades maiores de significado, que substanciam tanto a compreensão, interpretação e valoração de conteúdos processados como intenções de comunicação do texto, quanto as experiências qualitativas relativas à imaginação, enação e afetivação emergentes na relação estabelecida pelo leitor com aqueles conteúdos. (Pedro Dolabella Chagas).

**LGBTQIAPN+:** Sigla que contempla a inclusão das identidades de gênero em sua diversidade de expressões, representadas na sigla pelos termos de Lésbica; Gays; Bissexuais; Transexuais; Queer; Intersexo; Assexual; Pansexual; Não-binário, mais o sinal (+) para indicar ampliação/adição de outros agentes reconhecidos nesse movimento, compondo uma pauta política de reconhecimento de direitos civis e de inclusão pelas iniciais que compõem a sigla, uma diversidade de identidades de gêneros dentro de uma diversidade de indivíduos e classes sociais. (Pimentel, 2023). (Marco Donizete Paulino da Silva e Luciana de Souza Gracioso).

**Linguística Decolonial:** Linguística Decolonial é uma proposta crítica que tem sido desenvolvida no campo da linguística, e que possui uma abordagem interdisciplinar pois envolve estudos de áreas como antropo-

logia, sociologia, estudos culturais, comunicacionais e informacionais. Tal abordagem se propõe a questionar as narrativas dominantes que têm perpetuado a desvalorização de determinadas línguas e culturas e, nesse sentido, problematiza as normas linguísticas e os sistemas de conhecimento que foram historicamente dominados por perspectivas eurocêntricas. Portanto, busca analisar e problematizar as influências do colonialismo no estudo e na compreensão das línguas e das práticas linguísticas. Seu objetivo central é ampliar o espaço de expressão das línguas e perspectivas que historicamente foram marginalizadas, promovendo, assim, a valorização da diversidade linguística e cultural. (Severo; Markoni, 2022). (Marco Donizete Paulino da Silva e Luciana de Souza Gracioso).

**Materialidade da informação:** Manifesta-se nos enunciados, sejam eles registrados ou não. Corresponde a dimensões epistêmica, política e ética da informação. Alcança maior perenidade e força com o processo de inscrição. Compõe e está composta em redes ou regimes de relações. A materialidade da informação, em tais redes, é operacionalizada em práticas orientadas por determinados modos de institucionalidade. (Rodrigo Rabello).

**Mensagem:** objeto essencial da comunicação entre um emissor e um destinatário, composto por um arranjo sequencial ou espacial ordenado de elementos oriundos do alfabeto da linguagem utilizada na comunicação. (João E. Kogler Jr.).

**Modos de institucionalidade:** Correspondem a configurações de redes sociotécnicas em suas variadas manifestações. Eles se apresentam em ao menos três disposições ou enfoques: formal, semiformal e informal. Tais modos estabelecem ou podem estabelecer relações entre si, algo que indica o seu caráter situacional, temporário e transitório. Orientam as práticas dos atores responsáveis pela circulação, perenidade e força da materialidade dos enunciados. (Rodrigo Rabello).

**Nicho:** parte do ambiente na qual os organismos deixam suas marcas; ele delimita a identidade do organismo no seu processo coevolutivo com o ambiente. Expressa a relação dinâmica organismo-ambiente. Nessa relação dinâmica, no processo coevolutivo, segundo Schmidt (2007), elementos

naturais e socioculturais estão interligados, propiciando informações para que o organismo direcione suas ações.. (Juliana Moroni).

**Objetos:** coisas, acontecimentos e fenômenos (in)formados. (Marivalde Moacir Francelin).

**Ordem:** Definida a partir da distribuição da probabilidade dos eventos de uma fonte. Uma fonte totalmente desordenada é aquela cujos eventos ou mensagens possuem a mesma probabilidade de ocorrência. Já a ordem máxima ocorre quando um evento possui probabilidade absoluta de ocorrência. Quanto mais díspares forem as probabilidades de ocorrência dos eventos, mais ordenada é a fonte. (Marcos Antonio Alves).

**Palavra de código:** cadeia de símbolos usados na codificação para representar os caracteres ou símbolos originais de uma mensagem. (João E. Kogler Jr.).

**Paradoxo dos Big Data:** Trata-se da contradição entre a expectativa de que, quanto maior a quantidade de dados analisados, maior a chance de encontrar correlações não-espúrias; e a realidade de que, quanto maior a quantidade de dados analisados, maior a ocorrência de correlações espúrias que podem, inclusive, atrapalhar na detecção de correlações não-espúrias que possam eventualmente estar presentes nos dados. (Ricardo Peraça Cavassane, Felipe S. Abrahão e Itala M. Loffredo D'Ottaviano)

**Pensamento:** articulação de sentidos e juízos em torno de questões sobre unidades e contrários. (Marivalde Moacir Francelin).

**Percepção direta:** não envolve inferências, proposições e representações mentais. Dinâmica, contínua e panorâmica, a percepção direta capta informação do ambiente, sem a necessidade da mediação de representações mentais. (Juliana Moroni).

**Pragmática:** qualquer processo empírico de comunicação linguística, em que enunciados orais ou escritos produzem reações em ouvintes ou leitores a partir de conteúdos ostensivamente codificados neles mesmos, ou de conteúdos inferidos pelos destinatários (indutiva, dedutiva ou abdutivamente), em atendimento ou não às intenções do escritor ou falante. (Pedro Dolabella Chagas).

**Processamento Informacional:** O processamento informacional é definido de acordo com a natureza da informação e o tipo de instância de processamento. Aqui, neste texto, o leitor vai encontrar referência à informação natural e aos processamentos recorrente e global de informação. A informação natural é transmitida em um meio material e ecológico de um emissor a um receptor, podendo ser um sistema orgânico ou artificial. Os processamentos recorrente e global ocorrem no contexto neural, mas o primeiro depende de loops feedforward–feedback de atividade em áreas primárias no cérebro, enquanto que, o segundo é caracterizado por processamento, primeiramente, paralelo e distribuído, multimodal e heteromodal, mas depois é predominantemente localizado em áreas pré-frontais e é serial. (Diogo Fernando Massmann).

**Processo:** apesar de ser um termo complexo, pode-se caracterizar um processo como um conjunto ordenado de itens. Processos podem ser tanto discretos, como uma sequência de eventos; ou contínuos, em termos de fluxo. A característica comum a todos os processos é a relação entre o tempo e ordenação dos elementos presentes em um determinado processo. Em síntese, “processos são tipicamente utilizados para representar as mudanças que ocorrem no mundo real, ao longo do tempo, em diferentes escopos” (Gudwin, este livro – elaboração Mariana Vitti-Rodrigues).

**Realismo:** pode ser caracterizado, de forma abrangente, como uma corrente filosófica que afirma a existência de fenômenos independentes de nossas crenças, vontades, pensamentos, e visões de mundo. Há vários tipos de realismos que exploram diferentes questões e perspectivas. Por exemplo, na defesa da existência de objetos inobserváveis, ou da realidade dos universais, na afirmação que gerais possuem um estatuto independente da coleção de objetos particulares. (Mariana Vitti-Rodrigues)

**Racismo ambiental:** O termo cunhado, no início dos anos 80, por Benjamin Franklin Chavis Jr., líder afro-americano da luta pelos direitos civis nos Estados Unidos. Através de manifestações da população negra norte-americana, exigia-se justiça ambiental, na medida em que a distribuição dos impactos ambientais negativos como a poluição do ar, contaminação da água de rios e solo recaia majoritariamente na população

historicamente marginalizada, vulnerabilizada, invisibilizada e silenciada. (Dias, 2023). (Juliana Moroni)

**Reciprocidade:** troca de informação entre organismo e ambiente, no qual ambos estão intrinsecamente interconectados, formando uma unidade. A reciprocidade indica a inseparabilidade entre organismo-ambiente, bem como as implicações recíprocas das ações de um no outro. Segundo Large (2003), na concepção ecológica nada existe em isolamento, na medida em que o ambiente é considerado como um todo, com estruturas entrelaçadas (*nesting*), as quais expressam o dinamismo que permeia as relações de reciprocidade entre organismos e ambiente. A reciprocidade é essencial para a construção do nicho e percepção de *affordances*. (Juliana Moroni).

**Redes sociais on-line:** se caracterizam como uma “estrutura dinâmica e complexa formada por pessoas com valores e/ou objetivos em comum, interligadas de forma horizontal e predominantemente descentralizada” (Souza; Quandt, 2008, p. 32). Nelas os usuários preenchem seus perfis com uma grande variedade de informações pessoais. Outro fator importante a ser considerado no uso de tais redes sociais via aplicativos é estar na “palma da mão”, o que facilita a inserção de informação de forma “imediatá”, “espontânea” e “em tempo real”, se tornando um hábito com o passar do tempo. (João Antonio de Moraes e Rafael Rodrigues Testa).

**Relação triádica:** A relação triádica é um modelo descritivo que delinea a interação entre três entidades distintas. Esta configuração específica é caracterizada pela interdependência entre três elementos ou indivíduos, cada um conectado aos outros dois de maneira singular e determinante. Tal estrutura triádica é observada em uma variedade de contextos, incluindo interações sociais, processos comunicativos, sistemas complexos e até mesmo na estruturação de sistemas de pensamento filosófico. Na teoria semiótica de Charles Sanders Peirce, por exemplo, a relação triádica é fundamental, abrangendo um signo (representação), um objeto (aquilo que o signo representa) e um interpretante (a interpretação ou efeito do signo sobre um intérprete). (Valdirene Aparecida Pascoal e Maria Eunice Quilici Gonzalez).

**Relativismo:** pode ser definido, em geral, como uma corrente filosófica em que a atribuição de verdade, valor ou significado a proposições ou crenças depende do contexto em que determinadas asserções são feitas. Há vários tipos de relativismo, os que reivindicam uma atenuação da atribuição de verdade e falsidade no contexto geral, ou relativismos que focam em aspectos específicos como, por exemplo, o realismo conceitual, histórico, moral, epistêmico, conceitual (Rios 2021). (Mariana Vitti-Rodrigues)

**Representações Mentais:** A definição de representação mental não remete para algo abstrato, mas se baseia no discurso neurocientífico recente que relaciona a definição com a codificação neural e o processamento informacional. Isso apontou para certos desafios na forma de como os termos “representação” e “código”, neural e informacional, são comumente usados na neurociência. Nesse sentido, a “representação mental” pode estar correlacionada com o conteúdo que ela representa, pode ter uma função causal no organismo, como efeitos sobre o controle cognitivo do comportamento, e pode representar um objetivo ou propósito que serve ao comportamento. Em todos esses casos, a representação resulta da codificação e processamento no cérebro, mesmo que, em introspecção, a sua dinâmica temporal pareça outra. (Diogo Fernando Massmann).

**Semiose:** “[...] uma ação, ou influência, que é, ou envolve, uma cooperação entre três elementos, como um signo, seu objeto, e seu interpretante, esta influência trivalente não sendo de forma alguma redutíveis a ações entre pares” (Peirce, 1998, p. 411, EP2:411/1907, tradução nossa). (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Signo:** uma relação indissociável entre três correlatos que cumprem três funções lógicas distintas, objeto do signo que determina o signo-veículo que, por sua vez, determina o interpretante do signo ou signo mais desenvolvido. Signo também pode ser caracterizado como um meio para a comunicação de uma forma (Peirce, 1998, p. 544, EP2:544/1909). (Mariana Vitti-Rodrigues).

**Símbolo:** Um símbolo é um Representamen cujo caráter representativo consiste exatamente em ser uma regra que determinará seu Interpretante (Peirce, 1960a, p. 165). (Alexandre Augusto Ferraz).

**Sistemas:** 1. Estruturas que conformam modelos (Marivalde Moacir Francelin). 2. “um sistema é uma estrutura cujos elementos exercem funções (atividades); é uma estrutura em funcionamento, caracterizando-se, portanto, como uma estrutura com funcionalidade.” (D’Ottaviano e Bresciani, 2004, p. 6).

**Sociedade da Informação:** há uma diversidade de definições acerca da expressão sociedade da informação. Conforme Webster (2006), cada uma delas é desenvolvida com um enfoque num cenário específico, mas compartilham do pressuposto segundo o qual a informação está produzindo alterações quantitativas na dinâmica dos indivíduos, promovendo também um tipo de organização social qualitativamente nova. Dentre tais definições, destacam-se cinco: (i) tecnológica – as inovações tecnológicas que surgiram a partir de 1970 produziram uma reconstrução do mundo social em função de seu impacto (Toffler, 1980; Angel, 1995); (ii) econômica – ocorreu o aumento do valor econômico das atividades informacionais (Jonscher, 1999); (iii) profissional – houve um crescimento das oportunidades de trabalho informatizadas (Bell, 1976; Perkin, 1990); (iv) espacial – o poder das redes informacionais para conectar diferentes locais (geográficos) afetou as organizações sociais em seu tempo e espaço, assumindo alcance global e instantâneo (Castells, 1996); e (v) cultural – o conteúdo informacional gerado tem alterado os rumos da moda, literatura, cinema, entretenimento televisivo, entre outras expressões culturais. Para Moraes (2019), a sociedade da informação reúne aspectos de tais definições, mas possui um enfoque mais profundo na digitalização da sociedade, de modo a analisar a relação íntima entre indivíduos/TIC a qual culmina na reformulação do entendimento que os indivíduos possuem de si e de suas interações com outros indivíduos e com o ambiente. (João Antonio de Moraes e Rafael Rodrigues Testa).

**Tecnologias digitais:** pode-se distinguir entre dois tipos de tecnologias, as pré-digitais e as digitais, sendo que o limiar entre elas é, essencialmente, a internet (Floridi, 2005, 2014). As tecnologias pré-digitais seriam o telégrafo, jornal, máquina fotográfica, televisão, entre outros artefatos informacionais tradicionais em seu formato anterior ao surgimento da internet. Já as tecnologias digitais são os notebooks, smartphones, tablets, câmeras de

vigilância, etc., os quais podem estar conectados em rede. Uma diferença importante entre os modos de atuação dos dois tipos de tecnologias é a relação destas com seus usuários. Enquanto que nas tecnologias pré-digitais os usuários eram, em sua grande maioria, apenas receptores de informação, nas tecnologias digitais estes mesmos usuários também podem contribuir com informação para a rede (eles podem gerar e compartilhar informação, em tempo real, ao invés de estarem apenas passivos à informação disponível). (João Antonio de Moraes e Rafael Rodrigues Testa).

**Teoria crítica em Ciência da Informação:** formulação histórica da teoria dialética dos estudos biblioteconômico-informacionais como parte da crítica do Iluminismo e ao Positivismo como correntes epistemológicas co-constituidoras da Ciência da Informação. (Gustavo Silva Saldanha).

**Teorias unificadas:** Teorias unificadas são construções teóricas que buscam integrar e harmonizar múltiplos conceitos, princípios e fenômenos de diversas áreas ou disciplinas do conhecimento. Seu propósito fundamental é oferecer uma estrutura explanatória abrangente e coesa, capaz de unificar e explicar fenômenos aparentemente distintos em busca de significação objetiva. (Valdirene Aparecida Pascoal e Maria Eunice Quilici Gonzalez).

**Zemblanidade:** O oposto da serendipidade: enquanto a serendipidade diz respeito a uma descoberta surpreendente e benéfica, produto de um acidente e da atenção e conhecimento necessários para que ela seja identificada, a zemblanidade é um resultado esperado e prejudicial, que ocorre necessariamente em um determinado contexto e é produto de incompetência e/ou negligência. (Ricardo Peraça Cavassane, Felipe S. Abrahão e Itala M. Loffredo D'Ottaviano).



# PARA SABER MAIS

*Carlos Cândido de ALMEIDA*

*UNESP*

*carlos.c.almeida@unesp.br*

*<https://orcid.org/0000-0002-8552-1029>*

*Mariana VITTI-RODRIGUES*

*UNESP*

*mvittirodrigues@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-4764-2575>*

Nesta seção, encontra-se a classificação das indicações de bibliografia feitas pelos autores e autoras dos capítulos dos livros “Estudos Pluridisciplinares da Informação: Filosofia, Tecnologia e Semiótica” (Coleção Estudos em Ciência da Informação, nº 2) e “Estudos Pluridisciplinares da Informação: Ciência da Informação, Ética e Linguagem” (Coleção Estudos em Ciência da Informação, nº 3). A bibliografia foi sistematizada pelos organizadores das coletâneas e é imprescindível para compreender mais amplamente os assuntos tratados nestes dois livros. A lista a seguir está dividida por grandes temas de interesse e não refletem a divisão de partes e/ou capítulos.

## INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE INFORMAÇÃO

ADRIAANS, P. Information. In: ZALTA, E. N. (ed.). *Stanford encyclopedia of philosophy*. Califórnia: Metaphysics Research Lab, Stanford University, Fall 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/information>. Acesso em: 19 nov. 2024.

CAPURRO, R.; HJORLAND, B. O conceito de informação. *Perspectivas em ciência da informação*, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 148-207, abr. 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/33134>. Acesso em: 28 dez. 2023.

DÍAZ NAFRÍA, J. M.; SALTO ALEMANY, F. (coord.). ¿Qué es información? Salamanca: Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO), 2008. ISBN: 978-84-9773-451-6.

DRETSKE, F. I. *Knowledge and the flow of information*. Oxford: Blackwell, 1981.

FLORIDI, L. *The philosophy of information*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

GLEICK, J. O. *A informação: uma história, uma teoria, uma enxurrada*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

GONZALEZ, M. E. Q.; NASCIMENTO, T. C. A.; HASELAGER, W. F. G. Informação e conhecimento: notas para uma taxonomia da informação. In: FERREIRA, A.; GONZALEZ, M. E. Q.; COELHO, J. G. (ed.). *Encontro com as ciências cognitivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2004. p. 195-220. (Coleção Estudos Cognitivos, v. 4).

LE COADIC, Y. F. *A ciência da informação*. 2.ed. Brasília: Briquet de Lemos, 2004.

TOUTAIN, L. (org). *Para entender a ciência da informação*. Salvador: Edufba, 2007.

## ABORDAGEM QUANTITATIVA DA INFORMAÇÃO

ARNDT, C. *Information measures*. Berlin: Springer, 2004.

ANTA, J. Under Shannon's bandwagon: rethinking the reception of information theory in thermal physics, 1948-1957. *HoST - Journal of History of Science and Technology*, Lisboa, v. 17, n. 1, p. 17-38, June 2023. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.2478/host-2023-0003>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BLAHUT, R. E. Information theory and coding. In: MIDDLETON, W. M.; VAN VALKENBURG, M. E. (ed.). *Reference data for engineers: radio, electronics, computer, and communications*. 9th ed. London: Newnes, 2002. p. 1-31. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750672917500273>. Acesso em: 19 nov. 2024.

COLLINS, A. From  $H = \log s^n$ , to conceptual framework: a short history of information. *History of psychology*, Washington, v. 10, n. 1, p. 44-72, Feb. 2007. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2007-02158-003>. Acesso em: 19 nov. 2024.

- COVER, T. M.; THOMAS, J. A. *Elements of information theory*. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Interscience, 2006.
- EDWARDS, E. *Introdução à teoria da informação*. São Paulo: Cultrix, 1971.
- EPSTEIN, I. *Teoria da informação*. São Paulo: Ed. Ática, 1986. (Série Princípios)
- GUILBERT, E. N. Information theory after 18 years. *Science*, Washington, v. 152, n. 3720, p. 320-326, Apr. 1966. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.152.3720.320>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.152.3720.320>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- GUIZZO, E. M. *The essential message: Claude Shannon and the making of information theory*. 2003. Dissertação (Mestrado em escrita científica) – Program in writing and humanistic studies, Dept. of humanities, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1721.1/39429>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- HARREMOES, P.; TOPSØE, F. The quantitative theory of information. In: ADRIAANS, P.; VAN BENTHEN, J. (ed.). *Philosophy of information*. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 171-216. (Handbook of the philosophy of science, 8).
- HORGAN, J. Claude Shannon: profile. *IEEE Spectrum*, Piscataway, v. 29, n. 4, p. 72-75, Apr. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSPEC.1992.672257>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/672257>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- LE COADIC, Y. A matemática da informação. In: TOUTAIN, L. (org.). *Para entender a ciência da informação*. Salvador: Edufba, 2007. p. 219-238.
- LOMBARDI, O.; HOLIK, F.; VANNI, L. What is Shannon information? *Synthese*, New York, v. 193, n. 7, p. 1983-2012, July 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-015-0824-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11229-015-0824-z>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- NAEEM, S.; ANAM, S.; ALI, A.; ZUBAIR, M.; AHMED, M. A brief history of information theory by Claude Shannon in data communication. *Journal of applied and emerging sciences*, Quetta, v. 13, n. 1, p. 23-30, June 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.36785/jaes.131550>. Disponível em: <https://journal.buitms.edu.pk/j/index.php/bj/article/view/550>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- NAHIN, P. J. *The logician and the engineer: how George Boole and Claude Shannon created the information age*. New Jersey: Princeton University Press, 2013.
- NIZAMI, L. Information theory is abused in neuroscience. *Cybernetics and human knowing*, Washington, v. 26, n. 4, p. 47-97, 2019. Disponível em: <https://chkjournal.com/node/344>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- RIOUL, O. This is IT: a primer on Shannon's entropy and information. In: DUPLANTIER, B.; RIVASSEAU, V. (ed.). *Information theory: Poincaré seminar 2018*. New York: Birkhäuser, 2021. (Progress in mathematical physics, 78)

RIOUL, O.; MAGOSS, J. C. On Shannon's formula and Hartley's rule: beyond the mathematical coincidence. *Entropy*, Basel, v. 16, n. 9, p. 4892-4910, Sept. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/e16094892>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1099-4300/16/9/4892>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ROMAN, S. *Coding and information theory*. New York: Springer, 1992.

SHANNON, C. E. The bandwagon. *IRE Transactions on information theory*, New York, v. 2, n. 1, p. 3, Mar. 1956. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIT.1956.1056774>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1056774>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SHANNON, C. A conversation with Claude Shannon: one's man approach to problem solving. [Entrevista cedida a] Robert Price. [Editado por] Ellersick, F. *IEEE Communications Magazine*, v. 22, n. 5, p. 123-126, May 1984. DOI: <https://doi.org/10.1109/MCOM.1984.1091957>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1091957>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SHANNON, C.; WEAVER, W. *The mathematical theory of information*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SLEPIAN, D. Information theory in the fifties. *IEEE Transactions on information theory*, Piscataway, v. 19, n. 2, p. 145-148, Mar. 1973. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIT.1973.1054963>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1054963>. Acesso em: 19 nov. 2024.

STONE, J. V. *Information theory: a tutorial introduction*. Sheffield: University of Sheffield, 2022.

TRIBUS, M.; MCIRVINE, E. C.. Energy and information. *Scientific American*, New York, v. 225, n. 3, p. 179-188, Sept. 1971.

VAN DER LUBBE, J. C. A. *Information theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

VERDÚ, S. Fifty years of Shannon theory. *IEEE Transactions on information theory*, Piscataway, v. 44, n. 6, p. 2057-2078, Oct. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1109/18.720531>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720531>. Acesso em: 19 nov. 2024.

WEAVER, W. The mathematics of communication. *Scientific American*, New York, v. 181, n. 1, p. 11-15, July 1949.

WIENER, N. *O conceito de informação na ciência contemporânea*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. (Ciência e informação, v. 2).

## **INFORMAÇÃO EM CHARLES SANDERS PEIRCE**

DE TIENNE, A. Information in formation: a Peircean approach. *Cognitio*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 149-165, jul./dez. 2005.

EL-HANI, C. N., QUEIROZ, J., EMMECHE, C. *Genes, information, and semiosis*. Tartu: Tartu University Press, 2009.

FERRAZ, A. A. *A natureza formal da matéria a partir da filosofia de Charles Sanders Peirce*. 2020. 221 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

NÖTH, W. Charles S. Peirce's theory of information: a theory of the growth of symbols and of knowledge. *Cybernetics & human knowing*, Exeter, v. 19, n. 1-2, Jan. 2012.

PEIRCE, C. S. *Writings of Charles S. Peirce: a chronological edition*, volume 1: 1857-1866. Bloomington: Indiana University Press, 1982.

PEIRCE, C. S. *The essential Peirce: Selected philosophical writings (1893-1913)*. Bloomington: Indiana University Press, 1998. v. 2.

SILVEIRA, L. F. B. Informação e verdade na filosofia de Peirce. *Cognitio*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 281-324, Jan. 2008.

SILVEIRA, L. F. B., VITTI-RODRIGUES, M. O conceito de informação na filosofia de Peirce. In: GONZALEZ, M. E. Q.; MORAES, J. A.; KERR, D. (org.). *Informação e ação: estudos interdisciplinares*. São Paulo: Cultura Acadêmica/UNESP, 2016. p. 39-64.

STJERNFELT, F. Co-localization as the syntax of multimodal propositions: an amazing Peircean idea and some implications for the semiotics of truth. In: JAPPY, T. (ed.). *Bloomsbury companion to contemporary Peircean semiotics*. London: Bloomsbury Academic, 2019. p. 419-458; 482-485.

## **INFORMAÇÃO E DISCURSO**

ASMA, S. T.; GABRIEL, R. *The emotional mind: the affective roots of culture and cognition*. Boston: Harvard University Press, 2019.

DOLEZEL, L. *Heterocosmica: fiction and possible worlds*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1998.

DOR, D. *The instruction of imagination: language as a social communication technology*. Oxford: Oxford University Press, 2015.

FONTANILLE, J. *Semiótica do discurso*. Tradução Jean Cristtus Portela. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2019.

HJELMSLEV, L. *Prolegômenos a uma teoria da linguagem*. Tradução J. Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2013.

KOCKELMAN, P. *Agent, person, subject, self: a theory of ontology, interaction, and infrastructure*. New York: Oxford University Press, 2012.

LOCHER, M. A., JUCKER, A. H (ed.). *Pragmatics of fiction*. Berlim: De Gruyter Mouton, 2017.

MAINGUENEAU, D. *Elementos linguísticos para o texto literário*. Tradução Maria Augusta Bastos de Mattos. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VAN DIJK, T. A. *Cognição, discurso e interação*. Tradução Ingendore V. Koch. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2019.

VAN DIJK, T. A. *Discurso e contexto: uma abordagem sociocognitiva*. Tradução Rodolfo Ilari. São Paulo: Contexto, 2020.

## INFORMAÇÃO E REPRESENTAÇÕES MENTAIS

BAKER, B.; LANSDELL, B.; KORDING, K. P. Three aspects of representation in neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, Cambridge, v. 26, n. 11, p. 942-958, Nov. 2022.

CHURCHLAND, P. S.; SEJNOWSKI, T. *The computational brain*. 4th ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.

MCGOVERN, K.; BAARS, B. J. Cognitive theories of consciousness. In: ZELAZO, P. D.; MOSCOVITCH, M.; THOMPSON E. (ed.). *The Cambridge handbook of consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 177-205.

MORSELLA, E. The function of phenomenal states: supramodular interaction theory. *Psychological review*, Princeton, v. 112, n. 4, p. 1000-1021, Oct. 2005.

NORTHOFF, G. *Neurowaves: brain, time and consciousness*. Montreal: McGill-Queen's University Press, 2023.

PICCININI, G.; SCARANTINO, A. Computation vs. information processing: why their difference matters to cognitive science. *Studies in history and philosophy of science*, Oxford, v. 41, n. 3, p. 237-246, Sept. 2010.

## ÉTICA INFORMACIONAL

BERRIO-ZAPATA, C.; SANT'ANA, R. C. G. *Exclusão digital: discurso e poder sobre a tecnologia da informação*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. Disponível em: <https://www.culturaacademica.com.br/catalogo/exclusao-digital/>. Acesso em: 6 dez 2023.

COECKELBERGH, M. *Ética na inteligência artificial*. São Paulo: UBU, 2023.

EMPOLI, G. *Os engenheiros do caos*. São Paulo: Vestígio, 2020.

FUCHS, C. *Information and society: social theory in the information age*. New York: Routledge, 2008.

MOROZOV, E. *Big tech: a ascensão dos dados e a morte da política*. São Paulo: Ubu, 2018.

ZUBOFF, S. *A era do capitalismo de vigilância: a luta por um futuro humano na nova fronteira do poder*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2020.

## **DECOLONIALIDADE, INFORMAÇÃO E GÊNERO**

ASANTE, M. K. *A história da África: a busca pela harmonia eterna*. Petrópolis: Vozes, 2023.

FOUCAULT, M. *História da sexualidade 1: a vontade de saber*. Rio de Janeiro: Graal, 1999.

HJØRLAND, B.; ALBRECHTSEN, H. Toward a new horizon in information science: domain analysis. *Journal of the American society for information science*, New York, v. 14, n. 6, p. 400-425, July 1995. Disponível em: [https://www.academia.edu/1304539/Toward\\_a\\_new\\_horizon\\_in\\_information\\_science\\_domain\\_analysis](https://www.academia.edu/1304539/Toward_a_new_horizon_in_information_science_domain_analysis). Acesso em: 19 out. 2024.

HOOKS, B. *Pertencimento: uma cultura do lugar*. São Paulo: Elefante, 2022.

JESUS, J. G. *Orientações sobre identidade de gênero: conceitos e termos*. Brasília: [s. n.], 2012.

MUDIMBE, V. Y. *A ideia de África*. Petrópolis: Vozes, 2022.

NASCIMENTO, E. L.; GÁ, L. C. (org.). *Adinkra: sabedoria em símbolos africanos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Cobogó, 2022.

PINHO, F. A.; MELO, L. A. F. de; OLIVEIRA, J. P. de. Os assuntos gênero e sexualidade: representação temática nos sistemas Sophia/Biblioteca Nacional e Pergamum/UFPE. *Brazilian journal of information science: research trends*, Marília, v. 13, n. 2, p. 36-47, jun. 2019. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/8876/5739>. Acesso em: 19 out. 2024.

SILVA, A. N. do N. *Homossexualidade: do preconceito aos padrões de consumo*. Rio de Janeiro: Caravansarai, 2003. Disponível em: [https://adriananunan.com.br/wp-content/uploads/2020/01/livro-homossexualidade-do-preconceito-aos-padroes-de-consumo\\_-\\_adriana\\_nunan.pdf](https://adriananunan.com.br/wp-content/uploads/2020/01/livro-homossexualidade-do-preconceito-aos-padroes-de-consumo_-_adriana_nunan.pdf). Acesso em: 19 out. 2024.

UNESCO. *Metodologia e pré-história da África*. 3. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco, 2011.

## INFORMAÇÃO E FAKE NEWS

BEZERRA, A. C.; SCHNEIDER, M. (org.). *Competência crítica em informação: teoria, consciência e práxis*. Rio de Janeiro: IBICT, 2022. (Coleção PPGCI 50 anos).

FALLIS, D. What is disinformation? *Library trends*, Baltimore, v. 63, n. 3, p. 401-426, Apr. 2015. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/579342>. Acesso em: 12 jan. 2021.

WARDLE, C.; DERAKHSHAN, H. *Information disorder: toward an interdisciplinary framework for research and policy making*. [Strasbourg]: Council of Europe report, 2017. Disponível em: <https://rm.coe.int/information-disordertoward-an-interdisciplinary-framework-for-researc/168076277c>. Acesso em: 20 jan. 2021.

UNESCO. *Jornalismo, fake news & desinformação: manual para educação e treinamento em jornalismo*. Paris: UNESCO, 2019. (Série Unesco sobre Educação em Jornalismo).

## INFORMAÇÃO E BIG DATA

ABRAHÃO, F. S.; CAVASSANE, R. P.; WINTER, M.; RODRIGUES, M. V.; D'OTTAVIANO, I. M. L. A simplicity bubble problem and zemblanity in digitally intermediated societies. *In: 9th International Conference on Model-Based Reasoning, (MBR 2023), 2024, Roma. Proceedings [...]*. [S. l.]: Springer. No prelo. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2304.10681>. Acesso em: 10 out. 2024.

ABRAHÃO, F. S.; ZENIL, H.; PORTO, F.; WINTER, M.; WEHMUTH, K.; D'OTTAVIANO, I. M. L. A simplicity bubble problem in formal-theoretic learning systems. *arXiv*, New York, n. 2112.12275v2, p. 1-38, Apr. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2112.12275>. Acesso em: 01 de jul. de 2023.

BUCCI, E. *A superindústria do imaginário*. São Paulo: Autêntica, 2021.

CAVASSANE, R. P. Zemblanity and Big Data: the ugly truths the algorithms remind us of. *Acta scientiarum. Human and social sciences*, v. 44, n. 1, Jan. 2022.

CAVASSANE, R. P.; D'OTTAVIANO, I. M. L.; ABRAHÃO, F. S. Big Data and the emergence of zemblanity and self-fulfilling prophecies. *In: Cognition & modeling, proceedings of 11th INTERNATIONAL MEETING ON INFORMATIONAL, KNOWLEDGE AND ACTION, 11., 2021, [s. l.]. Proceedings [...]*. [202-?]. No prelo.

MOROZOV, E. *Big Techs: a ascensão dos dados e a morte da política*. São Paulo: UBU, 2018.

ZENIL, H.; TEGNÉR, J.; ABRAHÃO, F. S.; LAVIN, A.; KUMAR, V.; FREY, J. G.; WELLER, A.; SOLDATOVA, L.; BUNDY, A. R.; JENNINGS, N. R.; TAKAHASHI, K.; HUNTER, L.; DZEROSKI, S.; BRIGGS, A.; GREGORY, F. D.; GOMES, C. P.; ROWE, J.; EVANS, J.; KITANO, H.; KING, R. The future of fundamental science led by generative closed-loop artificial intelligence. *arXiv*, New York, n. 2307.07522v3, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2307.07522>. Acesso em: 10 de jul. de 2023.

## DOCUMENTO E INFORMAÇÃO

BARBIER, F. *História das bibliotecas: de Alexandria às bibliotecas virtuais*. Tradução de Regina Salgado Campos. São Paulo: Edusp, 2018.

BARTHES, R.; MARTY, E. Oral/escrito. In: ENCICLOPÉDIA EINAUDI. *Enciclopédia Einaudi*. Lisboa: Imprensa Nacional; Casa da Moeda, 1987. v. 11.

FEBVRE, L.; MARTIN, H. J. *O aparecimento do livro*. Tradução de Fulvia M. L. Moretto, Guacira Marcondes Machado. Posfácio de Frédéric Barbier. São Paulo: Edusp, 2017.

FROHMANN, B. Documentary ethics, ontology, and politics. *Archival science: international journal on recorded information*, Dordrecht, v. 8, n. 3, p. 165-180, Sept. 2008.

FROHMANN, B. Taking information policy beyond information science: applying the actor network theory. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE CANADIAN ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE, 23., 1995, Edmonton. *Proceedings* [...]. Edmonton: CAIS; ACSI, 7-10 June 1995.

FROHMANN, B. O caráter social, material e público da informação. In: FUJITA, M. S. L.; MARTELETO, R. M.; LARA, M. L. G. de (org.). *A dimensão epistemológica da ciência da informação e suas interfaces técnicas, políticas e institucionais nos processos de produção, acesso e disseminação da informação*. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Fundepe, 2008, p. 19-34.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Regime de informação: construção de um conceito. *Informação & sociedade: estudos*, João Pessoa, v. 22, n. 3, p. 43-60, set./dez. 2012.

LATOUR, B. *Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede*. Salvador: Edufba; Bauru-SP: Edusc, 2012.

MANGUEL, A. *Encaixotando minha biblioteca: uma elegia e dez digressões*. Tradução de Jorio Dauster. São Paulo: Companhia das Letras, 2021.

MELOT, M. *A sabedoria do bibliotecário*. Tradução de Geraldo Gerson de Souza. Cotia: Ateliê Editorial; São Paulo: Edições Sesc São Paulo, 2019.

MIDORI, M. *O império dos livros: instituições e práticas de leitura na São Paulo oitocentista*. São Paulo: EDUSP, 2019.

RABELLO, R. *A face oculta do documento: tradição e inovação no limiar da ciência da informação*. 2009. 331 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009.

RABELLO, R. Informação institucionalizada e materializada como documento: caminhos e articulações conceituais. *Brazilian journal of information science: research trends*, Marília, v. 13, n. 2, p. 5-25, jun. 2019.

SHANKAR, K.; HAKKEN, D.; ØSTERLUND, C. Rethinking documents. In: FELT, U.; FOUCHÉ, R.; MILLER, C. A.; SMITH-DOERR, L. (ed.). *The handbook of science and technology studies*. 4th ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.

## INFORMAÇÃO ECOLÓGICA

BATESON, G. *Mente e natureza*. Rio de Janeiro: F. Alves, 1986.

DEBRUN, M. A idéia de auto-organização. In: D'OTTAVIANO, I. L.; GONZALEZ, M. E. Q. (org.). *Identidade nacional brasileira e auto-organização*. Campinas: Coleção CLE, 2009. p. 53-74. Disponível em: [https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab\\_editorial/catalog/view/121/2311/3857](https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab_editorial/catalog/view/121/2311/3857). Acesso em: 13 nov. 2024.

ESCRIBANO, M. H. *The philosophy of affordances*. Switzerland: Palgrave Macmillan, 2019.

GIBSON, J. J. *The ecological approach to visual perception*. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1986.

GONZALEZ, M. E. Q.; MORONI, J. Visões de mundo: uma reflexão a partir da perspectiva da Filosofia Ecológica. In: SIMONETTI, M. C. L. (org.). *A (in)sustentabilidade do desenvolvimento: meio ambiente, agronegócios e movimentos sociais*. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2011, p. 25-37. Disponível em: [http://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/a%20\(in\)sustentabilidade.indd.pdf](http://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/a%20(in)sustentabilidade.indd.pdf). Acesso em: 24 dez. 2023.

KRISHNAMURTI, J. *Sobre a natureza e o meio-ambiente*. São Paulo: Cultrix, 1997. Disponível em: <https://archive.org/details/SobreANaturezaEOMeioAmbienteJidduKrishnamurti>. Acesso em: 11 jul. 2025.

MACE, W. J. J. Gibson's ecological approach: perceiving what exists. *Ethics and the environment*, v. 10, n. 2, 195-216, Autumn 2005.

MICHAELS, C. F.; CARELLO, C. *Direct perception*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1981.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

PACHECO, T. Racismo ambiental: expropriação do território e negação da cidadania. In: *Racismo ambiental (Blog)*. Disponível em: <https://racismoambiental.net.br/textos-e-artigos/racismo-ambiental-expropriacao-do-territorio-e-negacao-da-cidadania-2/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

TURVEY, M. T. Affordances and prospective control: an outline of the ontology. *Ecological philosophy*, Philadelphia, v. 4, n. 3, p. 173-187, 1992. Disponível em: [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326969eco0403\\_3](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326969eco0403_3). Acesso em: 14 nov. 2024.

VARELA, F. ; THOMPSON, E.; ROSCH, E. *The embodied mind: cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT-Press, 1991.

# **SOBRE OS AUTORES**

## **ALEXANDRE AUGUSTO FERRAZ**

Doutor em Filosofia pela UNICAMP, com período de estágio no exterior no Peirce Edition Project, Indianapolis (EUA). Mestre em Filosofia pela UNESP, Campus Marília. Possui graduação em Matemática pela UNESP, Campus Bauru. É autor do livro “Como é possível o conhecimento matemático: as estruturas lógico-matemáticas a partir da Epistemologia Genética”.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/2244885859752074>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-1742-397X>

E-mail: [alexfferraz@uol.com.br](mailto:alexfferraz@uol.com.br)

## **CARLOS CÂNDIDO DE ALMEIDA**

Docente do Departamento de Ciência da Informação da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP), campus de Marília, com atuação nos cursos de Arquivologia, Biblioteconomia, Mestrado e Doutorado em Ciência da Informação. Professor visitante na Universidad Carlos III de Madrid (Espanha, 2021) e Universidad Nacional de Misiones (Argentina, 2012). Pós-Doutor em Biblioteconomia e Documentação pela Universidad de Zaragoza, Espanha. Doutor em Ciência da Informação pela UNESP, mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Santa Catarina e graduado em Biblioteconomia pela Universidade Estadual de Londrina. Tem interesse nas áreas: Epistemologia, Ciência da Informação, Semiótica, Comunicação, Organização da Informação, Organização do Conhecimento e Mediação.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/3901317157203491>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-8552-1029>

E-mail: [carlos.c.almeida@unesp.br](mailto:carlos.c.almeida@unesp.br)

**DIOGO FERNANDO MASSMANN**

Mestre pela UNESP/Marília com ênfase em Ciências Cognitivas e Filosofia da Mente e doutorado pela PUCRS, cuja especialidade é Neurofilosofia. Atualmente, está desenvolvendo pesquisa de pós-doutorado no Departamento de Filosofia na USP. As suas principais áreas de pesquisa são: (1) pesquisas de correlatos neurais e estados conscientes, modelos animais de correlatos neurais e filogenia da consciência; (2) implicações neuroéticas do uso de animais não-humanos; (3) efeitos do uso das estratégias de neuromarketing sobre o indivíduo e a sociedade; (4) e tópicos em tomada de decisão e as suas consequências para o debate sobre o livre-arbítrio.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/2282898810917726>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-5944-7139>

E-mail: [diogofm1818@gmail.com](mailto:diogofm1818@gmail.com)

**FELIPE SOBREIRA ABRAHÃO**

Pesquisador de pós-doutorado no Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, parte da Universidade de Campinas (UNICAMP), com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Processo Número 2021/14501-8, e sob a supervisão da Profa. Itala M. Loffredo D'Ottaviano. Ele é pesquisador visitante no Oxford Immune Algorithmics, Oxford University Innovation, Universidade de Oxford, U.K. Ele também é pesquisador associado no DEXL, National Laboratory for Scientific Computing LNCC), Brasil; Algorithmic Nature Group, LABORES for the Natural and Digital Sciences, França; e AUTOMACOIN Foundation.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/8688393739407225>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-7314-6543>

E-mail: [felipesabrahao@gmail.com](mailto:felipesabrahao@gmail.com)

### **ITALA MARIA LOFFREDO D'OTTAVIANO**

Professora Titular Sênior do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da Unicamp e Professora Titular Colaboradora em Lógica e Fundamentos da Matemática do Departamento de Filosofia da Universidade Estadual de Campinas. Assessora ad hoc de diversas instituições de ensino e de fomento ao ensino e à pesquisa do Brasil e do exterior. Consultora, parecerista e membro de conselhos editoriais de periódicos de circulação internacional, do Brasil e do exterior. Membro de comissões científicas e coordenadora de diversos eventos brasileiros e internacionais. Membro fundadora do (CLE) da Unicamp e da Sociedade Brasileira de Lógica (SBL).

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/7607464709853156>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-0591-6785>

E-mail: [italaloffdotta@gmail.com](mailto:italaloffdotta@gmail.com)

### **JOÃO EDUARDO KOGLER JUNIOR**

Formado em Engenharia Elétrica pelo IMT – Instituto Mauá de Tecnologia, e bacharel em Física pela USP. Realizou o mestrado e o doutorado na Escola Politécnica da USP, na área de Sistemas Eletrônicos, com ênfase em Processamento Estatístico de Sinais Biológicos. Foi colaborador do Laboratório de Engenharia Biomédica da EPUSP e do Laboratório de Percepção Visual do Instituto de Psicologia da USP. Desenvolveu o doutorado na área de Visão Computacional e Inteligência Artificial no SRC Lab de Princeton. Trabalhou como cientista visitante no INRIA Sophia-Antipolis, França. Foi professor de diversos cursos, departamentos e instituições, e atualmente realiza pesquisas em Ciência Cognitiva.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/1541358395524786>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3235-9646>

E-mail: [kogler@lsi.usp.br](mailto:kogler@lsi.usp.br)

### **JULIANA MORONI**

Pós-doutorado em Filosofia (em andamento) no departamento de Filosofia, Informação e Comunicação da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra - PT, apoio à pesquisa CNPq. Pós-doutorado em Filosofia na UNESP - Marília, SP, com estágio pós-doutoral no Instituto Universitário de Lisboa - ISCTE. Doutora em Filosofia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Mestre, Bacharela e Licenciada em Filosofia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP - Marília, SP. Trabalhou como docente na E.E. João Jacinto do Nascimento, JJN, Ibaté, SP, contratada pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, na UNESP - Botucatu, SP e como professora voluntária na UERJ, Rio de Janeiro. Áreas de atuação: Filosofia, com ênfase em Filosofia Ecológica, Filosofia da Informação, Filosofia da Mente, Ética da Informação e Interdisciplinar.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/1789739930915029>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-4878-4823>

E-mail: [j.moroni@unesp.br](mailto:j.moroni@unesp.br)

### **MARCOS ANTONIO ALVES**

Doutor em Filosofia pela UNICAMP e professor no departamento de filosofia e programa de pós-graduação em filosofia da Unesp. Tem experiência na área de Filosofia, com ênfase em Epistemologia, Filosofia da Mente e da Informação, atuando no estudo das relações entre informação, cognição, emoções. Líder do Grupo de estudos em filosofia da informação, da mente e epistemologia - GEFIME (CNPq/UNESP) e integrante do núcleo de sustentação do GT Filosofia da Mente e da Informação (ANPOF). Editor da Trans/formação: revista de filosofia da Unesp desde 2020. Foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Unesp no biênio 2020/2021. É pesquisador CNPq/Pq-2. Docente no Departamento de Filosofia e Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília, SP – Brasil e Líder do Grupo de Estudos em Filosofia da Informação, da Mente e Epistemologia – GEFIME (CNPq/UNESP). Editor responsável da Trans/Form/Ação: revista de Filosofia da UNESP. Pesquisador CNPq/Pq-2, Proc. nº 311630/2021-9.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/9898742802418170>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-5704-5328>

E-mail: [marcos.a.alves@unesp.br](mailto:marcos.a.alves@unesp.br)

**MARIA EUNICE QUILICI GONZALEZ**

Graduação em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1977), mestrado em Epistemologia Lógica e Filosofia da Ciência pela Universidade Estadual de Campinas (1984) e doutorado em Cognitive Science, Language And Linguistics Phd - University of Essex (1989) Inglaterra. Atualmente é professora associada (livre docente) no Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Filosofia, com ênfase em Epistemologia, Filosofia da Informação e da Tecnologia, Filosofia Ecológica, Ciência Cognitiva e Filosofia da Mente, atuando principalmente nos seguintes temas: auto-organização, autonomia e informação, sistemas complexos, big data, a dinâmica de formação da opinião, criatividade e serendipidade.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/1279824839196223>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3837-4644>

E-mail: [eunice.gonzalez@unesp.br](mailto:eunice.gonzalez@unesp.br)

**MARIANA VITTI-RODRIGUES**

Pós-doutorado em Filosofia da Informação e Tecnologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2024). Doutorado em Filosofia da Ciência pela Universidade de Copenhagen (2019). Mestrado em Filosofia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2014). Bacharelado em Filosofia (2012) e Licenciatura Plena em Filosofia (2010) pela mesma universidade. Tem interesse nos conceitos de informação, abdução, significado, serendipidade, amizade, e estilos de pensar e fazer ciência, bem como nas consequências epistemológicas e éticas da crescente automação da prática científica para os processos de descoberta científica.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/4365289597123626>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-4764-2575>

E-mail: [mvittirodrigues@gmail.com](mailto:mvittirodrigues@gmail.com)

**RICARDO PERAÇA CAVASSANE**

Pesquisador de pós-doutorado no Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLE) da Universidade de Campinas (Unicamp), com bolsa CNPq, Processo Número 150915/2024-1, sob a supervisão da Profa. Dra. Itala M. Loffredo D'Ottaviano. Sua pesquisa trata de questões epistemológicas e lógicas acerca da Inteligência Artificial, em especial os estatutos semânticos possíveis dos resultados gerados por Large Language Models, em termos de verdade, quase-verdade, ou mesmo contrassenso. Seus interesses incluem também teoria da quase-verdade, teoria dos sistemas, ciência de dados, serendipidade e o seu oposto, zemblanidade, e ensino de lógica.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/0755269863320059>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-2189-1055>

E-mail: [ricardo.peraca@gmail.com](mailto:ricardo.peraca@gmail.com)

**RICARDO RIBEIRO GUDWIN**

Professor associado no Departamento de Engenharia de Computação e Automação, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, da Universidade Estadual de Campinas - DCA/FEEC/UNICAMP. Obteve sua graduação (1989), Mestrado (1992) e Doutorado em Engenharia Elétrica (1996), e Livre Docência em Engenharia de Computação (2003), todos os títulos pela FEEC/UNICAMP. Atua na área de Arquiteturas Cognitivas, Sistemas Cognitivos, Cognição Artificial e na fronteira entre Semiótica e Ciência Cognitiva. É pesquisador do CEPID-BRAINN – Brazilian Institute of Neuroscience and Neurotechnology e pesquisador associado do H.IAAC – Hub de Inteligência Artificial e Arquiteturas Cognitivas. Foi vice-presidente da SBCC - Sociedade Brasileira de Ciência Cognitiva, de 2013 a 2017.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/3775696878060147>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-9666-3954>

E-mail: [gudwin@unicamp.br](mailto:gudwin@unicamp.br)

**VALDIRENE APARECIDA PASCOAL**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Mestre em Filosofia, na Linha de Filosofia da Informação, da Cognição e da Consciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2018-2021) . Possui graduação em Licenciatura Plena (2017) e Bacharelado (2018) em Filosofia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Foi professora colaboradora no Projeto de Extensão Ciclo de Leituras e Debates da Obra de Charles S. Peirce da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Tem interesse nas áreas de pesquisa em Informação, Semiótica e Tecnologias Informacionais de Comunicação, com ênfase em Epistemologia, Filosofia da Informação, Ética Informacional e Ciência da Informação.

Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/5339919652908876>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3695-6560>

E-mail: [valdirene.pascoal@unesp.br](mailto:valdirene.pascoal@unesp.br)

## **SOBRE O LIVRO**

### **CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

Telma Jaqueline Dias Silveira  
CRB 8/7867

### **FORMATO**

16 x 23cm

### **NORMALIZAÇÃO**

Janaína Celoto Guerrero de Mendonça  
CRB-8 6456  
Lucas Corrêa da Cunha Silva  
CRB 3: CE1626  
Giovanna Karolline Lemes de Lima

### **TIPOLOGIA**

Adobe Garamond Pro

### **CAPA E DIAGRAMAÇÃO**

Gláucio Rogério de Moraes

### **PRODUÇÃO GRÁFICA**

Giancarlo Malheiro Silva  
Gláucio Rogério de Moraes

### **ASSESSORIA TÉCNICA**

Renato Geraldi

### **OFICINA UNIVERSITÁRIA**

Laboratório Editorial  
labeditorial.marilia@unesp.br

"Como é de se presumir, o diálogo entre cientistas da informação, cientistas da computação, filósofos e outros especialistas e as convenções sobre os termos de toda e qualquer discussão nem sempre são fáceis de atermar.

A ideia original de reunir os estudos da ciência da informação, ciência da computação, filosofia e outras áreas sobre o tema informação ficou extremamente complexa, como devia de ser. Para tanto, foi recomendado separar o projeto em duas coletâneas: a primeira, intitulada "Estudos pluridisciplinares da informação: filosofia, tecnologia e semiótica" (Coleção Estudos em Ciência da Informação; 2) e a segunda, intitulada "Estudos pluridisciplinares da informação: ciência da informação, ética e linguagem" (Coleção Estudos em Ciência da Informação; 3). A leitura do conjunto permitirá uma compreensão mais adequada das perspectivas realistas e relativistas da informação, embora estas classificações não sejam sempre as mais adequadas para abarcar a complexidade das contribuições dos diversos autores."



**CULTURA  
ACADÊMICA**  
*Editora*



PPGFIL

ISBN 978-65-5954-632-9



9 786559 546329