

Achilles P. Brelaz

# **Discurso Sobre uma Fundamentação Ontológica da Informação**

**Brasília**

**2014**



Achilles P. Brelaz

## **Discurso Sobre uma Fundamentação Ontológica da Informação**

Dissertação submetida à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação da Faculdade de Ciências da Informação da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Informação.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade de Ciência da Informação – FCI

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Informação – PPGCInf

Orientador: Prof. Dr. Mamede Lima-Marques

Brasília

2014

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de  
Brasília. Acervo 1020679.

Brelaz, Achilles P.  
B835c Discurso sobre uma fundamentação ontológica da informação /  
Achilles P. Brelaz. -- 2014.  
119 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,  
Faculdade de Ciência da Informação, Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Informação, 2014.

Inclui bibliografia.

Orientação: Mamede Lima-Marques.

1. Arquitetura da Informação. 2. Ontologia. 3. Ciência  
da informação. I. Lima-Marques, Mamede. II. Título.

CDU 002:004

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Título:** *“Discurso Sobre uma Fundamentação Ontológica da Informação”.*

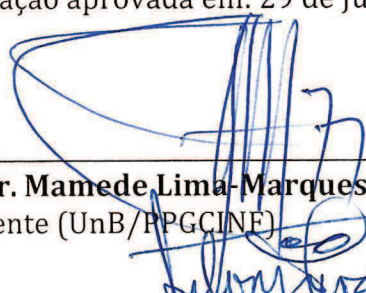
**Autor (a):** Achilles Pinto Brelaz

**Área de concentração:** Gestão da informação

**Linha de pesquisa:** Organização da Informação

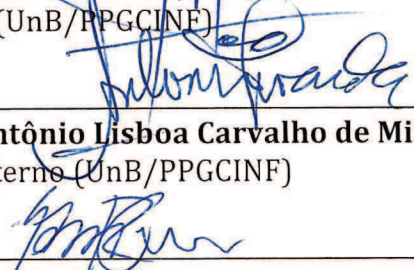
Dissertação submetida à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação da Faculdade em Ciência da Informação da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre** em Ciência da Informação.

Dissertação aprovada em: 29 de Julho de 2014.



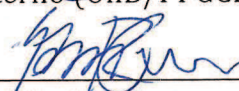
---

**Prof. Dr. Mamede Lima Marques**  
Presidente (UnB/PPGCINF)



---

**Prof. Dr. Antônio Lisboa Carvalho de Miranda**  
Membro Interno (UnB/PPGCINF)



---

**Prof. Dr. Samir Gorsky**  
Membro Interno (UnB/Departamento de Filosofia)

---

**Prof. Dr. André Henrique de Siqueira**  
Suplente (BCB)



# Agradecimentos

Aos meus pais que me deram todas as oportunidades que eu tenho hoje, inclusive pela oportunidade de vir para Brasília, o que me levou a tantas conquistas intelectuais e morais, a tantas amizades, a tanto amadurecimento e saudades.

Ao meu professor e orientador, Dr. Mamede Lima-Marques, pela paciência, dedicação, exigência e pelas conversas que me ajudaram a vencer tantos obstáculos pessoais.

Ao professor Dr. Jackson pelas empolgantes aulas de Física, que me fizeram deixar de ir a shopping centers que tivesse livraria, pois eu comprava livros de física sempre que passava em uma.

Ao grande amigo Ismael Costa, que me trouxe a oportunidade de fazer este trabalho e me ajudou como um irmão em várias oportunidades.

Ao grande amigo André Siqueira, que foi professor, amigo, co-orientador e churrasqueiro durante os meus momentos de desespero.

Ao grande amigo Lauro Araújo, que teve tanta paciência em ouvir minhas explicações indecisas sobre a dissertação.

Aos meus amigos de turma, Gilberto, Paulo e Rafael que compartilharam tantas conversas inspiradoras em pizzarias nas saídas das aulas e nos trabalhos em grupo.

Principalmente à minha esposa, que esteve ao meu lado, me incentivando a todo o tempo, inclusive fazendo hora no trabalho até acabar as minhas reuniões e aulas noturnas na UnB.

E o mais importante, a Jesus, que me ensina a viver até hoje.





# Resumo

Essa dissertação investiga questões fundamentais na Ciência da Informação a partir de uma perspectiva adotada pela disciplina de Arquitetura da Informação, fundamentada na Teoria Geral da Arquitetura da Informação e na Fenomenologia de Husserl. O objetivo deste trabalho é propor uma caracterização sobre a natureza da *informação*, a partir da consideração do referencial Ontológico como sugerido na disciplina de *Arquitetura da Informação* do grupo de Brasília. É feita uma identificação da evolução conceitual da natureza da *informação* a partir da Filosofia Natural até os dias atuais. É caracterizado o problema da natureza da *informação* na Ciência da Informação. Relaciona-se o conceito de *informação* identificado nos campos da Ciência com a proposta de *informação* Ontológica do grupo de Brasília de Arquitetura da Informação. Este trabalho se trata de uma investigação de natureza Epistemológica, utilizando-se o método Fenomenológico com pesquisa de abordagem explicativa. Apresenta-se uma proposta de alteração gráfica do modelo Ontológico utilizado na disciplina de Arquitetura da Informação para considerar a *informação* como aquilo que determina a natureza do *Ente* e aquilo que determina a natureza das *Relações*. Apresenta-se a possibilidade de convergência conceitual da *informação* apenas no nível Ontológico. Isso mostra que o caminho mais promissor para se chegar a uma definição de *informação* é através da Ontologia.

**Palavras-chaves:** informação, arquitetura da informação, ontologia, natureza da informação, física, ciências da computação.



# Abstract

*This dissertation investigates fundamental questions in Science of Information from the perspective adopted by discipline Architecture of information, based on the theoretical framework of Architecture of Information and Husserl's phenomenology. The objective of this work is to propose a characterization of the nature of information, from the consideration of the Ontological reference as suggested in Architecture of Information discipline of Brasilia group. An identification of the conceptual evolution of the nature of the information from the Natural Philosophy to the present day is made. It is characterized the problem of the nature of information in information science. It relates to the concept of information identified in the fields of Science with the proposal of Ontological information from Brasilia group of Architecture of Information. This work is an epistemological research, using the Phenomenological method explanatory approach research. It presents a graphic amendment of the Ontological model used in Architecture of Information's discipline to consider information as that which determines the nature of Being and what determines the nature of Relations. It presents the possibility of conceptual convergence of information only on the Ontological level. This shows that the most promising way to arrive at a definition of information is through the Ontology.*

**Key-words:** *information, architecture of information, ontology, nature of information, physics, computer science.*



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Metodologia de Metamodelagem $M^3$ . . . . .	34
Figura 2 – Modelo fenomenológico utilizado na TGAI. . . . .	65
Figura 3 – Metamodelo proposto para a disciplina de Arquitetura da Informação. . . . .	94
Figura 4 – Metamodelo proposto a partir de uma adaptação entre a $M^3$ e os níveis filosóficos de Siqueira (2012). . . . .	95
Figura 5 – Referencial Epistemológico da disciplina de Arquitetura da Informação. . . . .	101
Figura 6 – Modelo Ontológico utilizado na disciplina de Arquitetura da Informação. . . . .	102
Figura 7 – Novo Modelo Ontológico sugerido para a disciplina de Arquitetura da Informação. . . . .	103
Figura 8 – Quadro resumo dos níveis de abstração com indicações de conceitos em cada nível. . . . .	105
Figura 9 – Quadro que aponta uma convergência conceitual no nível Ontológico. . . . .	106



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Critérios de pesquisa e quantidade de obras. . . . .	35
Tabela 2 – Resultados obtidos na consulta de bases de dados até 10.03.2014. . . .	36
Tabela 3 – Obras encontradas em Association for Computing Machinery . . . . .	37
Tabela 4 – Obras encontradas em Cengage Learning, Inc. . . . .	37
Tabela 5 – Obras encontradas na Cornell University. . . . .	38
Tabela 6 – Obras encontradas no Directory of Open Access Journals (DOAJ). . .	39
Tabela 7 – Obras encontradas em ERIC (U.S. Dept. of Education). . . . .	39
Tabela 8 – Obras encontradas na IEEE Publishing. . . . .	40
Tabela 9 – Obras encontradas em Project MUSE. . . . .	40
Tabela 10 – Obras encontradas no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.	41
Tabela 11 – Obras encontradas na SciELO (Scientific Electronic Library Online). .	41
Tabela 12 – Obras encontradas no ScienceDirect (Elsevier B.V.). . . . .	41
Tabela 13 – Obras encontradas no SciVerse ScienceDirect Journals. . . . .	43
Tabela 14 – Obras encontradas em Springer Science & Business Media B.V. . . . .	45
Tabela 15 – Obras encontradas na U.S. National Library of Medicine. . . . .	45
Tabela 16 – Obras encontradas na Web of Science. . . . .	45
Tabela 17 – Obras encontradas na TripleC. . . . .	47





# Lista de abreviaturas e siglas

AI	Arquitetura de Informação.
BRAIN	Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (Pesquisa Cerebral por meio de Neurotecnologias Inovadoras Avançadas).
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CPAI	Centro de Pesquisa em Arquitetura de Informação.
FCI	Faculdade de Ciências da Informação.
M <sup>3</sup>	Metodologia de Meta-Modelagem de <a href="#">van Gigch e Pipino (1986)</a> .
PPGCINF	Programa de Pós-Graduação em Ciências da Informação.
TGAI	Teoria Geral da Arquitetura da Informação.
TI	Tecnologia da Informação.
UnB	Universidade de Brasília.



# Sumário

	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>I</b>	<b>PREPARAÇÃO DA PESQUISA</b>	<b>23</b>
<b>1</b>	<b>PROBLEMA</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> . . . . .	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Visão de Mundo</b> . . . . .	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Fontes de Pesquisa</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Bibliometria</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>II</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTOS</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAIS TEÓRICOS</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Conceitos relacionados</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Informação e Entropia</b> . . . . .	<b>56</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Informação e Cibernética</b> . . . . .	<b>57</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Informação e Probabilidade</b> . . . . .	<b>58</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Informação, dado e conhecimento</b> . . . . .	<b>58</b>
<b>5.2</b>	<b>A natureza da informação</b> . . . . .	<b>59</b>
<b>5.2.1</b>	<b>A informação na Física</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>5.2.2</b>	<b>A informação na Ciência da Computação</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>5.2.3</b>	<b>A informação na Biologia</b> . . . . .	<b>61</b>
<b>5.3</b>	<b>Sobre a Arquitetura da Informação</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>5.3.1</b>	<b>A TGAI</b> . . . . .	<b>63</b>
<b>5.3.2</b>	<b>O status ontológico da informação</b> . . . . .	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAIS HISTÓRICOS</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>A Filosofia Natural</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>6.1.1</b>	<b>A Ontologia e a Substância</b> . . . . .	<b>68</b>

<b>6.2</b>	<b>Etmologia da Informação e História da Ciência</b>	<b>69</b>
<b>6.3</b>	<b>História da Física</b>	<b>71</b>
<b>6.4</b>	<b>A Mecânica Quântica</b>	<b>73</b>
6.4.1	A noção não intuitiva da Mecânica Quântica	75
6.4.2	Características Quânticas	76
6.4.2.1	Princípio da Incerteza	76
6.4.2.2	Decoerência	78
6.4.2.3	Superposição	78
6.4.2.4	Emaranhamento	79
6.4.3	O uso da Teoria Quântica nos dias atuais	80
6.4.4	A Informação Quântica	80
6.4.5	A Ciência da Informação Quântica	81
<b>7</b>	<b>UMA CLASSIFICAÇÃO MULTIDIMENSIONAL</b>	<b>85</b>
<b>III</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>89</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A PROPOSTA</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>UMA PROPOSTA DE VISÃO DE MUNDO</b>	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>ABORDAGENS DO USO DO CONCEITO “INFORMAÇÃO”</b>	<b>97</b>
10.1	Informação no nível Tecnológico	97
10.2	Informação no nível Científico	98
10.3	Informação no nível Epistemológico	99
10.4	Informação no nível Fenomenológico	101
10.5	Informação no nível Ontológico	102
<b>11</b>	<b>PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DE ONTOLOGIA PARA A DISCIPLINA DE ARQUITETURA DA INFORMAÇÃO</b>	<b>103</b>
<b>12</b>	<b>QUADRO RESUMO DOS NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO</b>	<b>105</b>
	<b>Conclusão</b>	<b>107</b>
<b>12.1</b>	<b>Resumo dos resultados alcançados</b>	<b>108</b>
12.1.1	Resultado 1	108
12.1.2	Resultado 2	108
12.1.3	Resultado 3	108
<b>12.2</b>	<b>Trabalhos futuros</b>	<b>108</b>
<b>12.3</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>109</b>

**Referências** . . . . . 111

**Índice** . . . . . 117



# Introdução

Ao ingressar em uma comunidade científica, percebe-se uma série de problemas que podem ser analisados de diferentes perspectivas. A Ciência da Informação não foge a essa regra. A disciplina de Arquitetura da Informação oferece uma abordagem particular dos problemas enfrentados nesta ciência. Acredita-se que seu embasamento filosófico permite resolver questões fundamentais que ainda permeiam entre os autores desta ciência.

Um desses problemas – acredita-se ser o maior problema enfrentado na Ciência da Informação – é a conceituação da *informação*. Há vários conceitos utilizados por diferentes disciplinas. A Ciência da Informação procura uma característica fundamental que possa contribuir para uma definição única. Mas isto é possível? Os esforços na criação de teorias unificadas da *informação* evidenciam essa preocupação. A Arquitetura da Informação faz uma abordagem que permite um “recuo” de sua observação, proporcionando uma visão mais ampliada sobre o problema. Esse “recuo” é feito a partir das considerações fundamentais em que esta disciplina científica se baseia.

Este trabalho pretende apresentar a abordagem conceitual utilizada na disciplina de Arquitetura da Informação que permite identificar a natureza da *informação* a partir de um referencial Ontológico. Acredita-se que esta abordagem favorece uma convergência conceitual, ou seja, proporciona a definição de um conceito compatível com outras disciplinas.

Para iniciar uma argumentação nesse sentido, é necessário observar o uso do conceito de *informação* no cotidiano e investigar suas raízes históricas. É importante considerar a origem conceitual do termo *informação*, mas também é igualmente importante entender o uso atual nas disciplinas científicas. Esse trabalho não pretende ampliar o leque de conceitos em torno do termo, mas alcançar um nível onde seja possível iniciar as bases de uma discussão que direcione a perspectiva utilizada pela disciplina de Arquitetura da Informação.

Esta pesquisa pretende mostrar que existe uma ideia central sobre o termo *informação*, que pode ser usada para convergir o entendimento sobre sua natureza. A argumentação é realizada com base em uma releitura dos fundamentos de três disciplinas da ciência: a Arquitetura da Informação, a Física e a Ciência da Computação.

Na primeira parte, deste trabalho são apresentadas as partes técnicas da preparação da pesquisa, contendo o problema conceitual sobre a *informação*, o objetivo deste trabalho, as justificativas que motivam a conclusão desta pesquisa e a metodologia utilizada.

Na segunda parte, descreve-se um quadro histórico-contextual do uso do conceito

de *informação* divididas em duas seções: uma que apresenta o uso cotidiano da palavra e outra que apresenta suas raízes históricas.

Na primeira perspectiva, faz-se uma apresentação do uso do conceito em diversas disciplinas da ciência e do cotidiano. Essa apresentação identifica algum embasamento conceitual da atualidade, mas também evidencia a pluralidade de uso do termo nas disciplinas científicas e técnicas.

Por outro lado, a segunda perspectiva aborda a origem conceitual da *informação*. Nessa perspectiva, é possível observar que há uma convergência conceitual, mas que se distancia da visão objetiva em que o conceito está sujeito na atualidade.

Essas seções são os referenciais teóricos e históricos utilizados para nortear a dissertação.

Na última parte, propõe-se uma nova abordagem de visão de mundo criada a partir da metamodelagem da  $M^3$  de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) e dos fundamentos da disciplina de Arquitetura da Informação, uma classificação do uso do termo em diversos níveis de abstração e uma proposta de modelo Ontológico que aponta uma convergência conceitual da *informação*, alinhada aos fundamentos trazidos pela Teoria Geral da Arquitetura da Informação (TGAI).



# Parte I

## Preparação da pesquisa



# 1 Problema

O problema sobre a natureza da *informação* está associado à conceituação do termo. Não há um consenso sobre o conceito de *informação*. É possível observar diversas abordagens de estudo sobre este conceito devido à sua utilização em diferentes áreas do conhecimento. Uma solução observada em alguns trabalhos acadêmicos é a sua tradução para um contexto específico de modo a facilitar o tema abordado (ALBUQUERQUE, 2011). É possível identificar diversos conceitos criados por autores em diferentes trabalhos, mas cada um procura caracterizar *informação* de acordo com o tema em que estão tratando. Essa solução parece um desvio para que o conceito não seja o foco da discussão. Ou talvez essa estratégia demonstre uma limitação do observador, que utiliza conhecimentos e propósitos específicos. A consequência disso é que esses diferentes contextos dificultam a formulação de um consenso, pois cada autor possui argumentos incompletos e orientados a um propósito específico (BELKIN, 1978).

É possível notar que alguns autores no campo da Biblioteconomia e Arquivologia procuram delimitar a *informação* e a própria *Ciência da Informação* em um contexto confinado a uma necessidade social (WERSIG; NEVELING, 1975). Outros autores apresentam um contexto histórico recente, onde esta Ciência teria surgido a partir de um crescimento acelerado de publicações científicas e técnicas de todos os tipos (SARACEVIC, 1999). Os trabalhos desses autores são evidências do problema sobre a conceituação da *informação*. A *Ciência da Informação* trata de algo mais abrangente, que talvez não caiba apenas no contexto de uma ciência social. O conceito de *informação* representa algo mais fundamental e está presente em tudo, o que faz ser um objeto de estudo em outras ciências além das Ciências Sociais. Alguns autores até caracterizam este termo como interdisciplinar (SARACEVIC, 1995; SARACEVIC, 1996), o que talvez seja uma tentativa de justificar a localização dessa disciplina nas Ciências Sociais. No fim, esse posicionamento apenas contribui para o problema conceitual sobre o objeto de estudo dessa ciência.

Entre os autores da *Ciência da Informação* que procuram por um conceito mais fundamental, Parker (1974 apud BATES, 2006) propõe a *informação* como “o padrão de organização da matéria e da energia”. Outros trabalhos, como as grandes questões apresentadas por Bates (1999), os diversos problemas sobre a *informação* elencados por Floridi (2004) e até uma tentativa de criar uma Teoria Unificada da Informação (HOFKIRCHNER, 2009), indicam um domínio que extrapola o âmbito puramente social ou histórico para um universo maior de abrangência; um universo que abrange, inclusive, as Ciências Naturais, como a Física e a Biologia (CRNKOVIC; HOFKIRCHNER, 2011).

Os autores aqui citados fazem parte da área de conhecimento da *Ciência da*

*Informação*. Entretanto, diversas outras disciplinas procuram, paralelamente, a natureza da *informação*, cada uma com o seu universo de pesquisa. Por exemplo: a Computação Quântica, a Lógica Matemática, a Matemática, a Física, a Lingüística, a Ciência da Computação, a Biologia, a Comunicação, etc. Essas disciplinas não esgotam o domínio de pesquisadores que estudam questões que envolvem o conceito. Contudo, considerando a hipótese de uma possível convergência desse conceito, questiona-se: Existe uma ideia fundamental por trás das diferentes abordagens sobre a *informação*?

A Física estuda os objetos naturais e seus comportamentos através de uma compreensão científica (ROONEY, 2013). Embora esta Ciência se utiliza da Matemática como linguagem natural, os resultados obtidos nas investigações precisam de uma interpretação filosófica para que seja possível conduzir um raciocínio mais intuitivo sobre o funcionamento da natureza. Este é o papel da Física Teórica. Esta área da Física desvia o foco puramente matemático para se obter uma abstração onde se permite trabalhar os conceitos fundamentais inseridos no universo. Como será apresentado na segunda parte deste trabalho, um dos conceitos estudados pela Física é o da própria *informação*, pois, de acordo com a interpretação da Física Teórica, trata-se de um elemento fundamental do universo.

Por outro lado, a Ciência da Computação possui como base fundamental a Teoria Matemática da Comunicação de Claude Shannon (1948) (mais conhecida por *Teoria da Informação*) e a Máquina Lógica idealizada pelo matemático Alan Turing (1912-1954). Esses fundamentos expressam a ligação fundamental da *informação* com essa Ciência.

A revisão bibliográfica feita para este trabalho indica que ambas as disciplinas possuem um conceito adequado para seu universo de estudo, contudo uma pesquisa apresentada aqui demonstra que não há trabalhos específicos que indiquem uma posição conceitual sobre a natureza da *informação* para a Ciência da Informação. Apesar dos esforços da comunidade acadêmica em tentar convergir o entendimento sobre o conceito de *informação*, essas diferentes áreas de conhecimento não se apoiam. Por isso, a questão seguinte também motivou este trabalho: As definições da Física e da Ciência da Computação são compatíveis com a Ciência da Informação?

Esta dissertação parte de um referencial epistemológico sustentado pela Arquitetura da Informação surgida a partir da Teoria Geral da Arquitetura da Informação (TGAI) proposta por Lima-Marques (2011). Este referencial, alinhado a um embasamento na Fenomenologia, idealizado pelo filósofo matemático e lógico Edmund Husserl (1859-1938), apresenta uma correlação básica e peculiar entre três entes: sujeito (homem), objeto (presente no mundo) e imagem (conhecimento para o sujeito). Desta correlação surge o *fenômeno*. Lima-Marques (2011) observa a *informação* no meio Ontológico. Sua teoria é a base fundamental deste trabalho.

A TGAI foi referência para diversos trabalhos acadêmicos produzidos pelos pesqui-

sadores do Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação (CPAI), conforme relacionado em [Siqueira \(2012\)](#). Apesar da forte contribuição à comunidade científica, esses trabalhos não aprofundaram o estudo sobre a natureza da *informação* observada na TGAI. Por isso, questiona-se ainda: A natureza da *informação* pode ser observada no meio Ontológico, como proposto pela TGAI?

Algumas questões naturalmente surgem diante destes problemas, como as que foram apresentadas acima. Porém, a questão primordial deste trabalho é:

Questão: a que se refere o conceito de *informação* proposto na disciplina de Arquitetura da Informação do grupo de Brasília?



## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo Geral

Propor uma caracterização sobre a natureza da *informação*, a partir da consideração do referencial Ontológico como sugerido na disciplina de *Arquitetura da Informação* do grupo de Brasília.

### 2.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar uma evolução conceitual da natureza da *informação* a partir da Filosofia Natural até os dias atuais.
- b) Caracterizar o problema da natureza da *informação* na Ciência da Informação.
- c) Relacionar o conceito de informação identificado nos campos da Ciência com a proposta de informação Ontológica do grupo de Brasília de Arquitetura da Informação.





### 3 Justificativa

Considerando a *informação* como objeto de estudo da Ciência da Informação, é importante a definição dos seus termos fundamentais (CAPURRO; HJØRLAND, 2007). O problema conceitual que envolve a *informação* tem levado diversos autores da Ciência da Informação a suscitar questões que demonstram a preocupação da comunidade científica. Marcia Bates (1999), por exemplo, apresenta o que ela interpreta como as grandes questões da Ciência da Informação:

- Questão Física: Quais as características e leis do universo da informação?
- Questão Social: Como as pessoas relacionam, buscam e usam a informação?
- Questão do “*Design*”: Como o acesso à informação pode ser mais rápido e eficaz?

Fazendo-se uma releitura destas questões em um contexto mais atual, poder-se-ia traduzi-las da seguinte forma: uma questão Física, uma questão Socio-cultural, uma questão Tecnológica e uma questão Biológica. Esta última foi acrescentada considerando as preocupações atuais sobre *informação* nesta Ciência, como o Projeto Genoma<sup>1</sup> e a iniciativa BRAIN<sup>2</sup>

A relevância que Bates dá a essas questões apresentadas contribui com a argumentação de que a Ciência da Informação ainda não domina seus próprios conceitos fundamentais. Em outro trabalho mais recente, intitulado “Formas Fundamentais da Informação”<sup>3</sup>(BATES, 2006), A abordagem de Bates provoca uma relação entre a Ciência da Informação e as Ciências Naturais. De fato, ela utiliza o conceito proposto por Edwin Parker (1974 apud BATES, 2006), que define a *informação* como sendo “o padrão da organização de matéria e energia”. Ela ainda acrescenta:

Informação é o padrão de organização da matéria de pedras, da terra, das plantas, dos corpos dos animais, ou de massa encefálica. Informação é também o padrão de organização da energia da minha fala conforme se move o ar, ou da Terra que se move em um terremoto. Na verdade, a única coisa no universo que não contém informação é entropia total; que por si só é sem padrão. Porque os seres humanos podem, potencialmente, agir ou ser influenciados por praticamente qualquer informação que se possa imaginar no universo, se queremos uma definição verdadeiramente fundamental e amplamente aplicável de informação para a nossa disciplina, devemos começar exatamente com esta [definição], abrangente em significado e aplicação.(BATES, 2006, tradução livre).

<sup>1</sup> Trata-se de um projeto de 13 anos, concluído em 2003, que tinha o objetivo de mapear o código genético de um organismo (GENOME PROJECT, 2014).

<sup>2</sup> Trata-se de um projeto de pesquisa colaborativa anunciado pelo presidente americano Barack Obama, em Abril de 2013, cujo objetivo é mapear a atividade dos neurônios do cérebro humano (BRAIN, 2014)

<sup>3</sup> Tradução livre de “Fundamental Forms of Information”

Além da questão conceitual, Luciano Floridi (2004), sob uma perspectiva filosófica, elenca 18 problemas sobre a *informação*. Alguns desses são particularmente observados considerando a possibilidade da natureza da *informação* estar no nível Ontológico: o problema de Wiener (“qual é o status ontológico da informação?”), o problema da localização (“a informação pode ser naturalizada?”) e a hipótese “It from Bit” de Wheeler (1990) (“pode a natureza ser informação?”). Essas questões parecem estar alinhadas com Bates (2006) no sentido em que buscam elementos fundamentais que se referem a natureza da *informação*.

Floridi não resolve esses problemas e eles ainda são pesquisados por outros autores da Ciência da Informação. Recentemente Crnkovic e Hofkirchner (2011) procuraram analisar o progresso da Filosofia da Informação ao tentar situar o programa de Floridi no contexto do desenvolvimento científico e tecnológico que foi feito nos últimos dez anos. Essa análise demonstra que os problemas não foram completamente resolvidos e ainda existem problemas em aberto, mas, para esses autores, a natureza da *informação* possui uma perspectiva Ontológica.

Os trabalhos desses filósofos e cientistas da informação não só demonstram a preocupação existente na comunidade acadêmica sobre o problema conceitual, como também sugerem que as Ciências Naturais podem contribuir para o entendimento sobre a natureza da *informação*. Por este motivo, é importante identificar o status Ontológico da *informação* nessas ciências no intuito de convergir o entendimento com a Ciência da Informação, em geral, e com a proposta da Arquitetura da Informação, em particular. Essa convergência foi iniciada por Lima-Marques (2011) na TGAI, ao apontar a natureza da *informação* como Ontológica. Essa teoria serviu de referencial teórico para o trabalho de André Siqueira (2012), no qual caracterizou a disciplina de Arquitetura da Informação a partir de uma fundamentação filosófica, científica e tecnológica. Considerando isto, uma caracterização Ontológica da *informação* se torna cada vez mais relevante para a Arquitetura da Informação, uma vez que diversos trabalhos têm sido criados dentro desta disciplina, no grupo de Brasília. Este é o propósito deste trabalho.

## 4 Metodologia

Baseado no modelo Ontológico para processos de investigação científica criado por Alberto M. C. de Melo (2010) e na visão de mundo apresentada por van Gigch e Pipino (1986), esta pesquisa é feita a partir de uma investigação de natureza Epistemológica, pois investiga o conceito de *informação* na Arquitetura da Informação e em outras áreas de conhecimento. Além disso, utiliza-se o método Fenomenológico, pois reconhece-se que o espaço do observador e o espaço do objeto de estudo são distintos; a manifestação do objeto se dá a partir do *fenômeno*.

Baseado na classificação de pesquisas realizada por Antônio Carlos Gil (2002), este trabalho se apresenta como uma pesquisa de abordagem explicativa, pois adota-se o método observacional para aprofundar o conhecimento em relação à definição do conceito de *informação*. Além da identificação dos problemas e das relações entre as disciplinas, é feito um posicionamento sobre a natureza da *informação*.

Em relação aos objetivos, essa pesquisa fornece um embasamento para interpretação e contextualização do tema na Ciência da Informação, bem como uma possibilidade de convergência de entendimento entre os conceitos fundamentais em diferentes áreas de conhecimento.

O Universo desta pesquisa abrange uma contextualização histórica com a exposição dos principais responsáveis pelos modelos ou paradigmas existentes na Física e na Ciência da Computação e a apresentação das suas interpretações que fundamentaram as bases dessas duas áreas da ciência. As obras que fundamentaram o conhecimento na Física foram Rooney (2013), Halliday, Resnick e Walker (2009a), Halliday, Resnick e Walker (2009b), Halliday, Resnick e Walker (2009c), Halliday, Resnick e Walker (2009d) e Polkinghorne (2012). A base filosófica para referência histórico-conceitual foi trazida por Pessanha (1987), Adriaans (2013), Castro (2008). Os conceitos fundamentais sobre a Arquitetura da Informação foram sustentados por Lima-Marques (2011), Albuquerque (2011), Siqueira (2012). Além destas, as obras que motivaram uma análise sobre uma relação entre a Ciência da Informação e as Ciências Naturais foram Vedral (2011), Greene (2001), Greene (2005), Lloyd (2008), Lloyd (2009), Lloyd (2010), Shannon (1948), Nielsen e Chuang (2005), Moyer (2012), Bekenstein (2003), Nielsen (2002), Baeyer (2005), Baeyer (2013).

O trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira, apresenta-se o embasamento teórico para se obter uma referência conceitual sobre os conceitos existentes de *informação*. A partir dos conceitos identificados na Física e na Ciência da Computação, a segunda parte busca identificar relações entre essas disciplinas e a Arquitetura da Informação.

## 4.1 Visão de Mundo

A metodologia utilizada neste trabalho partiu de um conjunto de postulados considerados como um paradigma de visão de mundo apresentados por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) em sua Meta-Modelagem  $M^3$ . Sua proposta apresenta uma evolução na construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Informação em três níveis de abstração: o metanível, o nível do objeto e o nível mais baixo.

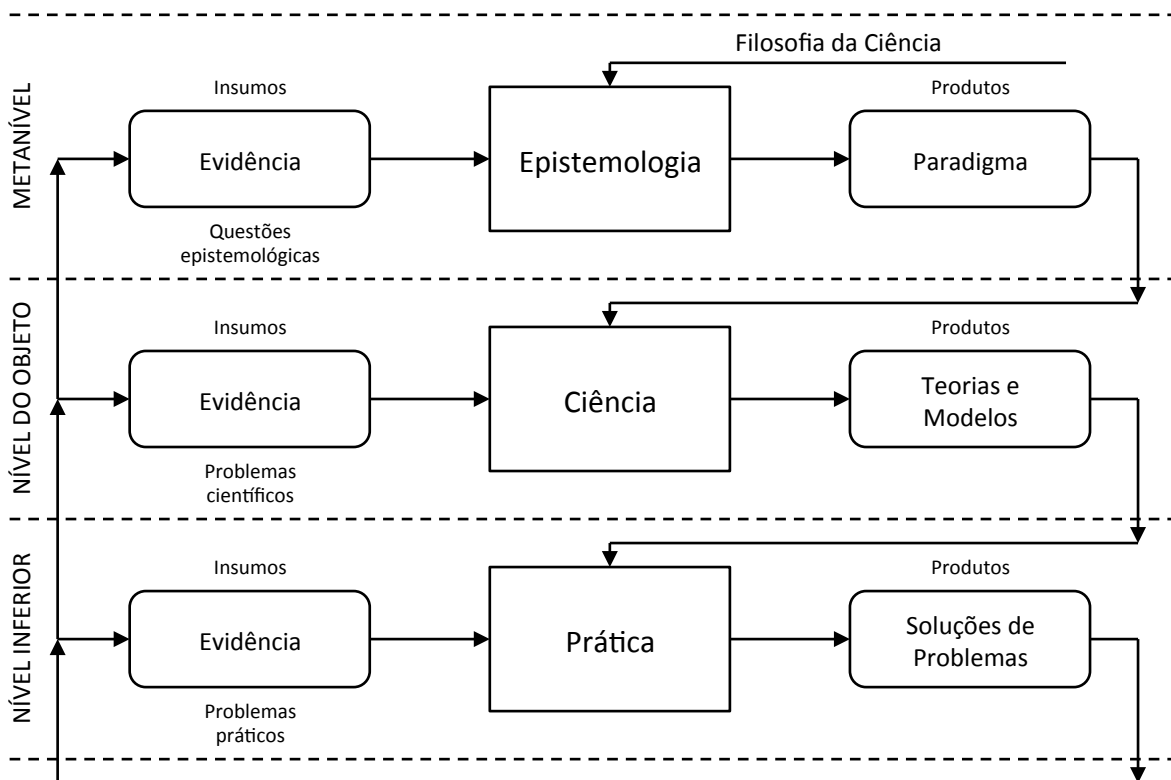
O primeiro nível (metanível) é o nível que se propõe a resolver questões epistemológicas a partir de um conjunto de postulados apresentados pela Filosofia da Ciência. O resultado desse nível é um novo paradigma, que é utilizado no nível abaixo.

O segundo nível (nível do objeto) é o nível da ciência, que se propõe a gerar teorias e modelos a partir de um paradigma proposto pelo metanível e com comprovação nas evidências de investigação obtidas do nível mais baixo.

O terceiro nível (nível mais baixo) é o nível da aplicação. Este nível se preocupa com os problemas de ordem prática utilizando os modelos métodos do nível da ciência para propor suas soluções.

A [Figura 1](#) apresenta o esquema proposto por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#).

Figura 1: Metodologia de Metamodelagem  $M^3$ .



Fonte: Adaptado de [van Gigch e Pipino \(1986, p. 74\)](#).

O modelo de van Gigch e Pipino (1986) neste trabalho é utilizado para direcionar o discurso da pesquisa ao nível apropriado.

## 4.2 Fontes de Pesquisa

Para analisar os fundamentos conceituais de diversas disciplinas, foi feito, inicialmente, um arcabouço conceitual sobre o termo *informação*. Esse trabalho foi realizado ao longo de seis meses em diferentes fontes de pesquisas. O critério de identificação das obras considerou os materiais recomendados pelas disciplinas do mestrado e as indicações de professores. No entanto, para entender a ideia de *informação* observada em outras áreas de conhecimento, foi necessário obter referências específicas dos autores que contribuíram para a Filosofia e, especialmente, para a Ciência Natural.

O primeiro passo foi a realização de pesquisa na base de periódicos da CAPES e na base de artigos da TripleC<sup>1</sup>, no qual foram realizadas a partir de um agrupamento dos principais termos tratados neste trabalho.

A pesquisa realizada na base de periódicos da CAPES utilizou as palavras “*informação*”, “*natureza*” e “*ontologia*” utilizando os critérios de pesquisa apresentados na Tabela 1 da seguinte forma:

Tabela 1: Critérios de pesquisa e quantidade de obras.

Critério adotado	Resultado
Busca por “ <i>informação ontológica</i> ” em qualquer campo e relacionado ao assunto “ <i>informação</i> ”.	0
Busca por “ <i>natureza da informação</i> ” em qualquer campo e relacionado ao assunto “ <i>informação</i> ”.	2
Busca por “ <i>ontological information</i> ” em qualquer campo e relacionado ao assunto “ <i>information</i> ”.	37
Busca por “ <i>nature of the information</i> ” no título e relacionado ao assunto “ <i>information</i> ”.	3
Busca por “ <i>nature of information</i> ” no título e relacionado ao assunto “ <i>information</i> ”.	33
Busca por “ <i>ontology information</i> ” em todos os campos. *	4
Busca por “ <i>information ontology</i> ” em todos os campos. *	1

Nota: \* Essas buscas foram feitas exclusivamente no repositório TripleC.

<sup>1</sup> TripleC é uma revista eletrônica que pode ser acessada pelo endereço <<http://www.triple-c.at>>. Os artigos desta revista não são diretamente acessados pela base de periódicos da CAPES, mas o curso de mestrado da Faculdade de Ciência da Informação faz referência a alguns autores que contribuem ao repositório deste ambiente eletrônico, tais como: Wolfgang Hofkirchner, Søren Brier e Rafael Capurro. As pesquisas iniciais deste trabalho acrescentou esta base de dados pela proposta de liberdade a todas as disciplinas que abordam de forma crítica o papel da informação na sociedade e pela semelhança de inspiração filosófica.

A [Tabela 2](#) contém dados bibliométricos resumidos separados pelas bases listadas nesta seção e onde se obteve algum resultado. O detalhamento da pesquisa, contendo a relevância das obras identificadas, pode ser observado mais adiante na [subseção 4.2.1](#).

Tabela 2: Resultados obtidos na consulta de bases de dados até 10.03.2014.

Termo pesquisado	Base de dados	Resultado
“informação ontológica”	Todas as bases de periódicos da CAPES.	0
“natureza da informação”	Directory of Open Access Journals (DOAJ)	1
	Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal	1
“ontological information”	Association for Computing Machinery	1
	Cengage Learning, Inc.	5
	Cornell University	2
	IEEE Publishing	4
	Project MUSE	1
	ScienceDirect (Elsevier B.V.)	5
	SciVerse ScienceDirect Journals	14
	Springer Science & Business Media B.V.	2
	U.S. National Library of Medicine	1
	Web of Science	2
“nature of the information”	Association for Computing Machinery	1
	ERIC (U.S. Dept. of Education)	1
	ScienceDirect (Elsevier B.V.).	1
	TripleC	14
“nature of information”	Cengage Learning, Inc.	4
	Directory of Open Access Journals (DOAJ)	3
	ERIC (U.S. Dept. of Education)	4
	SciELO (Scientific Electronic Library Online)	1
	ScienceDirect (Elsevier B.V.)	11
	Springer Science & Business Media B.V.	2
	TripleC	14
Web of Science	8	
“ontology information”	TripleC	4
“information ontology”	TripleC	1

Nota: Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

Um outro levantamento foi realizado em obras de referências com o objetivo de buscar conceitos relacionados ao termo *informação*. As obras pesquisadas foram [Abbagnano \(2007\)](#), [Azevedo \(2010\)](#), [Japiassu e Marcondes \(1993\)](#), [Mora, Olaso e Belsunce \(1978\)](#). O resultado desta pesquisa levou à revisão descrita na [seção 5.1](#).

Essas obras, somadas à pesquisa nas bases mencionadas, conduziram este trabalho a uma fundamentação necessária na Filosofia e na Física, que será discutido no [Capítulo 6](#).

Com o aprofundamento da pesquisa, a Biblioteca da Universidade de Brasília e algumas livrarias especializadas foram úteis para a obtenção de obras específicas.

### 4.2.1 Bibliometria

Esta subseção detalha a pesquisa realizada na base de periódicos da CAPES e no repositório da TripleC. As tabelas foram separadas pela fonte e contém o nome da obra, o autor, o ano, o jornal de publicação e uma breve análise sobre a relevância do material para este trabalho.

A [Tabela 3](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na Association for Computing Machinery.

Tabela 3: Obras encontradas em Association for Computing Machinery

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2000	Is information system a science? an inquiry into the nature of the information systems discipline	Khazanchi, D.; Munkvold B. E.	Nenhuma. Apresenta as dificuldades da disciplina de Sistemas de Informação ser observada como disciplina científica emergente.
2011	Visual Exploration across Biomedical Databases	Lieberman, M. D.; Taheri, S.; Guo, H.; Mir-Rashed, F.; Yahav, I.; Aris, A.; Shneiderman, B.	Nenhuma. Apresenta uma abordagem de pesquisa para visualizar uma consulta em vários bancos de dados na área biomédica.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 4](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na Cengage Learning, Inc.

Tabela 4: Obras encontradas em Cengage Learning, Inc.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1994	“Write if you get work.” (changing nature of information industry)	Quint, Barbara	Nenhuma. Critica o fechamento de bibliotecas corporativas.
2003	Web service for knowledge management in e-marketplaces	Singh, Rahul ; Iyer, Lakshmi ; Salam, A. F.	Nenhuma. Apresenta um modelo de serviços de conhecimentos baseado em Web Service.
2005	Semantic Similarity Search on Semistructured Data with the XXL Search Engine	Schenkel, Ralf; Theobald, Anja; Weikum, Gerhard	Nenhuma. Apresenta um mecanismo de recuperação de informação utilizando XML.
2007	The changing nature of information work in museums	Marty, Paul F.	Nenhuma. Aborda o uso da tecnologia da informação pelos profissionais da informação do museu para enfrentar as necessidades dos usuários.

*Continua...*

Tabela 4 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2008	Automated de-identification of free-text medical records	Neamatullah, I.; Douglass, M. M.; Lehman, Li - Wei H.; Reisner, A.; Villarroel, M.; Long, W. J.; Szolovits, P.; Moody, G. B.; Mark, R. G.; Clifford, G. D.	Nenhuma. Apresenta um software que extrai informação de saúde de registros médicos, preservando a confidencialidade.
2010	Does technological progress alter the nature of information technology as a production input? New evidence and new results.	Chwelos, Paul ; Ramirez, Ronald ; Kraemer, Kenneth L. ; Melville, Nigel P.	Nenhuma. Investiga a relação entre o progresso tecnológico e os investimentos em TI.
2011	An ontology based model for document clustering	Sridevi, U. K.; Nagaveni, N.	Nenhuma. Apresenta uma estratégia de "clustering" para busca de conteúdo relevante em documentos.
2011	Semantic Web–technology trends; analysis; and prospects	Company overview	Nenhuma. Apresenta um relatório de tendências em tecnologia para uso de informação ontológica na Web.
2012	Enacting significance: a new perspective on the nature of information within systems.(Report)	Beynon-Davies, P	Alguma relevância. Identifica a sobrecarga conceitual do termo <i>informação</i> e busca um vocabulário através da “interseção de sinais, padrões e sistemas”.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 5](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na Cornell University.

Tabela 5: Obras encontradas na Cornell University.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2005	Practical Approach to Knowledge-based Question Answering with Natural Language Understanding and Advanced Reasoning	Wong, Wilson	Nenhuma. Aborda uma solução prática para entendimento de linguagem natural explorando ontologias.
2013	Architecture of an Ontology-Based Domain-Specific Natural Language Question Answering System	M., Athira P. ; M., Sreeja ; Raj, P. C. Reghu	Nenhuma. Apresenta uma arquitetura de um sistema de processamento de linguagem natural.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.



A [Tabela 6](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas no Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Tabela 6: Obras encontradas no Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2004	Sociedade da aprendizagem: informação, reflexão e ética	Gasque, K.G.D.; Tescarolo, R.	Nenhuma. Não trata da natureza da informação. Apenas utiliza o termo para refletir sobre o conhecimento.
2005	The nature of information, and the effective use of information in rural development	Hester W.j. Meyer	Nenhuma. Aborda a comunicação oral no desenvolvimento de comunidades rurais.
2008	Sobre a natureza da tecnologia da informação	André Henrique Siqueira	Nenhuma. Investiga a natureza da tecnologia da informação e propõe uma abordagem sintática, semântica e pragmática na hierarquia do conhecimento tecnológico.
2010	Exploring the Nature of Information Systems Development Methodology: A Synthesized View Based on a Literature Review	Daniela Mihailescu; Marius Mihailescu	Nenhuma. Investiga as características das Metodologias de Desenvolvimento de Sistemas de Informação.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 7](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas em ERIC (U.S. Dept. of Education).

Tabela 7: Obras encontradas em ERIC (U.S. Dept. of Education).

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1990	The Nature of the Information Sector in the Information Society: An Economic and Societal Perspective.	Jeong, Dong Y.	Nenhuma. Aborda perspectivas econômicas e sociais da informação e sua importância para a sociedade por meio da análise da natureza da informação.
1992	On the Market Value of Information Commodities	Mowshowitz, Abbe	Nenhuma. Investiga o mercado de produtos de informação.
1996	A Study of the Nature of Information Needed by Women with Multiple Sclerosis	Baker, Lynda M.	Nenhuma. Investiga o comportamento de mulheres com esclerose múltipla na busca por informação.

*Continua. . .*

Tabela 7 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2001	The Social Nature of Information	Alfino, Mark ; Pierce, Linda	Nenhuma. Faz uma análise filosófica do valor moral da informação para os bibliotecários e seu compromisso com a neutralidade.
2010	The Nature of Information Science: Changing Models	Robinson, Lyn ; Karamuftuoglu, Murat	Nenhuma. Observa a Ciência da Informação como um campo de estudo.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 8](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na IEEE Publishing.

Tabela 8: Obras encontradas na IEEE Publishing.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1999	Back-end technology for high-performance knowledge-representation systems	Hendler, J. ; Stoffel, K.	Nenhuma. Apresenta um sistema de gerenciamento de ontologias em banco de dados relacional.
1999	OntoSeek: content-based access to the Web	Guarino, N. ; Masolo, C. ; Vetere, G.	Nenhuma. Apresenta um sistema baseado em ontologias para representação de conteúdo online.
2000	Building and searching an XML-based corporate memory	Rabarijaona, A. ; Dieng, R. ; Corby, O. ; Ouaddari, R.	Nenhuma. Apresenta uma estratégia de desenvolvimento em XML para a gestão de conhecimento de uma empresa.
2006	Ontology languages for the Semantic Web	Gomez-Perez, A. ; Corcho, O.	Nenhuma. Aborda linguagens de desenvolvimento para Web Semântica.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 9](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas em Project MUSE.

Tabela 9: Obras encontradas em Project MUSE.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2002	Literature as Product and Medium of Ecological Communication	Giesecke, Michael; Wutz, Michael; Winthrop-young, Geoffrey	Nenhuma. Aborda aspectos históricos da Literatura e sua relação com o meio cultural.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 10](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.

Tabela 10: Obras encontradas no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2013	Análise qualitativa aos relatórios de gestão de empresas portuguesas	Gonçalves, Diana Carolina De Almeida Rodrigues, Ana Maria Gomes	Nenhuma. Relatório de Mestrado em Contabilidade.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 11](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na SciELO (Scientific Electronic Library Online).

Tabela 11: Obras encontradas na SciELO (Scientific Electronic Library Online).

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2012	Uncovering the Nature of Information Processing of Men and Women Online: The Comparison of Two Models Using the Think-Aloud Method	Arcand, Manon ; Nantel, Jacques	Nenhuma. Investiga o comportamento do homem e da mulher ao realizar pesquisas na Internet.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 12](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas no ScienceDirect (Elsevier B.V.).

Tabela 12: Obras encontradas no ScienceDirect (Elsevier B.V.).

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1981	Manager or technician? The nature of the information systems manager's job	Ives, Blake; Olson, Margrethe H.	Nenhuma. Observa o trabalho dos gerentes de sistema de informação para classificá-los como técnico ou gestor.
1994	The nature of information conveyed by pure capital structure changes	Shah, K	Nenhuma. Investiga a informação divulgada entre empresas e sua relação com as ações.
2002	The nature of information in quantum mechanics	Duvenhage, R	Alguma relevância. Diferencia o conceito de <i>informação</i> entre a Física Clássica e Quântica. É abordado na <a href="#">subseção 5.2.1</a> .

*Continua...*

Tabela 12 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2005	The nature of information in the twenty-first century. Conundrums for the informatics community?	Macgregor, G.	Nenhuma. Observa o crescimento da informação na Web e o papel do bibliotecário e do gestor da informação.
2006	A framework for mining ontological information nets	Saeed, S.; Kunz, C.	Nenhuma. Apresenta uma ferramenta para extrair relacionamentos semânticos através de uma ontologia.
2008	Logical handling of uncertain, ontology-based, spatial information	Dupin de Saint-Cyr, F. ; Prade, H.	Nenhuma. Descreve um arcabouço lógico que lida com informação espacial.
2009	Formated technology and informed action: The nature of information technology	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “ <i>informatics</i> ” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2009	Neolithic informatics: The nature of information	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “ <i>informatics</i> ” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2009	The 'language' of informatics: The nature of information systems	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “ <i>informatics</i> ” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2010	The nature of information: a relevant approach	Mares, E	Nenhuma. Apresenta a lógica relevante e a relação com a teoria da informação.
2011	Personal ontological information responsibility	Kearns, J.; Rinehart, R.	Nenhuma. Trata sobre o papel dos arquivistas e bibliotecários.
2011	Scientific Comprehension of the Nature of Information	Melnikova, E.V. ; Melnikov, O.A.	Pouco relevante. Apresenta a polissemia do termo e opta por observar a <i>informação</i> como um “signo”, usando o conceito da Semiótica. Considera a natureza da <i>informação</i> como sendo universal.

*Continua. . .*

Tabela 12 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2012	Enacting Significance: A New Perspective on the Nature of Information within Systems	Beynon-Davies, P.	Alguma relevância. Identifica a sobrecarga conceitual do termo <i>informação</i> e busca um vocabulário através da “interseção de sinais, padrões e sistemas”.
2012	REGNET: Regulatory Information Management, Compliance and Analysis	Law, Kincho H. ; Lau, Gloria ; Kerrigan, Shawn ; Ekstrom, Julia A.	Nenhuma. Discute a utilização da tecnologia como ferramenta para auxiliar a conformidade com agências regulatórias.
2012	Uncovering the Nature of Information Processing of Men and Women Online: The Comparison of Two Models Using the Think-Aloud Method	Arcand, Manon ; Nantel, Jacques	Nenhuma. Investiga o comportamento do homem e da mulher ao realizar pesquisas na Internet.
2013	FindZebra: A search engine for rare diseases	Dragusin, R; Petcu, P; Lioma, C; Larsen, B; Jorgensen, HL; Cox, IJ; Hansen, LK; Ingwersen, P; Winther, O	Nenhuma. Trata da utilização de ferramentas de busca na Internet para assuntos relacionados à área medicinal.
2013	Understanding the nature of information seeking behavior in critical care: Implications for the design of health information technology	Kannampallil, TG ; Franklin, A ; Mishra, R ; Almosa, KF ; Cohen, T ; Patel, VL	Nenhuma. Caracteriza o processo de busca de informação dos médicos e a estrutura da informação recuperada.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 13](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas no SciVerse ScienceDirect Journals.

Tabela 13: Obras encontradas no SciVerse ScienceDirect Journals.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1998	Knowledge engineering: Principles and methods	Studer, Rudi ; Benjamins, V.Richard ; Fensel, Dieter	Nenhuma. Apresenta uma visão geral sobre engenharia de conhecimento.
2005	Evaluating violations of expectations to find exceptional information	Byrne, Emma; Hunter, Anthony	Nenhuma. Apresenta um modelo de representação e análise de expectativas utilizando a lógica clássica.
2005	FNDS: a dialogue-based system for accessing digested financial news	Lan, Kwok Cheung; Ho, Kei Shiu; Pong Luk, Robert Wing; Yeung, Daniel So	Nenhuma. Apresenta um protótipo que extrai informação importante a partir de artigos de notícias financeiras.

*Continua. . .*

Tabela 13 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2005	Ontology-driven discourse analysis for information extraction	Cimiano, Philipp ; Reyle, Uwe ; Šarić, Jasmin	Nenhuma. Apresenta uma abordagem de análise de discurso utilizando um sistema de extração de informação.
2005	Ontology-driven map generalization	Kulik, Lars ; Duckham, Matt ; Egenhofer, Max	Nenhuma. Apresenta um algoritmo de generalização de mapa ontológico para uso em informação geoespacial.
2007	A progressive query language and interactive reasoner for information fusion support	Chang, S.K. ; Jungert, Erland ; Li, X.	Nenhuma. Propõe um sistema de fusão de informação através da combinação de resultados de consulta em diferentes bases.
2007	A review of ontology based query expansion	Bhogal, J. ; Macfarlane, A. ; Smith, P.	Nenhuma. Examina o significado de contexto na busca baseada em ontologias.
2008	An ontology-based approach to knowledge management in design processes	Brandt, S. C.; Morbach, J.; Miatidis, M.; Theißen, M.; Jarke, M.; Marquardt, W.	Nenhuma. Aborda um esquema baseado em ontologia flexível para uma gestão de conhecimento.
2010	BioDB: An ontology-enhanced information system for heterogeneous biological information	Gupta, Amarnath; Condit, Christopher; Qian, Xufei	Nenhuma. Apresenta um sistema de gerenciamento de banco de dados baseado em ontologias.
2010	Conceptual language models for domain-specific retrieval	Meij, Edgar; Trieschnigg, Dolf; de Rijke, Maarten; Kraaij, Wessel	Nenhuma. Propõe um modelo conceitual para a recuperação de informação.
2011	Knowledge representation and inference techniques to improve the management of gas and oil facilities	Zarri, Gian Piero	Nenhuma. Apresenta a estratégia de representação de informação utilizada em uma pesquisa no domínio petrolífero.
2012	Design of a framework for modeling, integration and simulation of physiological models	Erson, E. Zeynep; Çavuşoğlu, M. Cenk	Nenhuma. Apresenta uma estrutura de sistema que facilita o desenvolvimento de modelos fisiológicos em medicina.
2012	User-centric knowledge representations based on ontology for AEC design collaboration	Lee, Jaewook; Jeong, Yongwook	Nenhuma. Apresenta um modelo de colaboração mediado por máquina para auxiliar a comunicação nos campos da Arquitetura, Engenharia e Construção.
2013	Bridging the HASM: An OWL ontology for modeling the information pathways in haptic interfaces software	Myrgioti, Eirini; Bassiliades, Nick; Miliou, Amalia	Nenhuma. Aborda o desenvolvimento de sistemas com sensores hápticos e a interação humano computador.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 14](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas em Springer Science & Business Media B.V.

Tabela 14: Obras encontradas em Springer Science & Business Media B.V.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1994	Use of captions and other collateral text in understanding photographs	Srihari, Rohini	Nenhuma. Explora o uso de textos em imagens fotográficas e o entendimento da consolidação das informações obtidas.
2009	On the nature of information	Belonogov, G. ; Gilyarevskii, R. ; Khoroshilov, A.	Nenhuma. Discute os aspectos psicológicos, gnoseológicos e linguísticos e apresenta tecnologias de processamento de informação textual.
2010	Exploiting Semantic Information for HPSG Parse Selection	Fujita, S.; Bond, F.; Oepen, S.; Tanaka, T.	Nenhuma. Investiga o uso da informação semântica.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 15](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na U.S. National Library of Medicine.

Tabela 15: Obras encontradas na U.S. National Library of Medicine.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2006	Syntactically-informed semantic category recognition in discharge summaries	Sibanda, Tawanda ; He, Tian ; Szolovits, Peter ; Uzuner, Ozlem	Nenhuma. Apresenta uma estratégia de reconhecimento de categorias semânticas para o entendimento de documentos da área medicinal.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 16](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na Web of Science.

Tabela 16: Obras encontradas na Web of Science.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
1994	The nature of information conveyed by pure capital structure changes	Shah, K	Nenhuma. Investiga a informação divulgada entre empresas e sua relação com as ações.

*Continua...*

Tabela 16 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2002	The nature of information in quantum mechanics	Duvenhage, R	Relevante, pois investiga a natureza da informação na Física Quântica e comprara com a Física Clássica. É abordado na <a href="#">subseção 5.2.1</a> .
2008	Logical handling of uncertain, ontology-based, spatial information	de Saint-Cyr, FD; Prade, H	Nenhuma. Descreve um arcabouço lógico que lida com informação espacial.
2009	Formatted technology and informed action: The nature of information technology	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “informatics” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2009	Neolithic informatics: The nature of information	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “informatics” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2009	The 'language' of informatics: The nature of information systems	Beynon-Davies, P	Pouco relevante. Compõe uma série de artigos que propõe caracterizar a natureza do termo “informatics” (campo acadêmico que envolve Sistemas de Informação, Gestão de Informação e Tecnologia da Informação).
2010	The nature of information: a relevant approach	Mares, E	Nenhuma. Apresenta a lógica relevante e a relação com a teoria da informação.
2012	Enacting Significance: A New Perspective on the Nature of Information within Systems	Beynon-Davies, P	Alguma relevância. Identifica a sobrecarga conceitual do termo <i>informação</i> e busca um vocabulário através da “interseção de sinais, padrões e sistemas”.
2013	FindZebra: A search engine for rare diseases	Dragusin, R; Petcu, P; Lioma, C; Larsen, B; Jorgensen, HL; Cox, IJ; Hansen, LK; Ingwersen, P; Winther, O	Nenhuma. Trata da utilização de ferramentas de busca na Internet para assuntos relacionados à área medicinal.

Continua. . .



Tabela 16 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2013	Understanding the nature of information seeking behavior in critical care: Implications for the design of health information technology	Kannampallil, TG; Franklin, A; Mishra, R; Almoosa, KF; Cohen, T; Patel, VL	Nenhuma. Caracteriza o processo de busca de informação dos médicos e a estrutura da informação recuperada.

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.

A [Tabela 17](#) contém as obras identificadas pela pesquisa relatada em [seção 4.2](#) obtidas na TripleC.

Tabela 17: Obras encontradas na TripleC.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2009	The Notion of 'Being Informative' & the Praxiological-Information Perspective on Language	Antonio Florio	Pouca relevância. Foca no contexto relacionado à linguagem. Faz referência a Landauer, R., (1996).
2013	Race: The Difference That Makes a Difference	Syed Mustafa Ali	Nenhuma. Analisa o conceito de raça por uma perspectiva filosófica.
2013	Prefiguring Floridi's Theory of Semantic Information	John Mingers	Pouca relevância. Faz críticas à teoria de Floridi em relação ao status ontológico da <i>informação</i> .
2010	What is Information? A multidimensional concern	José María Díaz Nafria	Totalmente relevante. Esta obra é referência fundamental nesta dissertação. É abordada no <a href="#">Capítulo 7</a>
2009	Analysis of Semantic Information via Information Reports	Julio Ostalé	Pouca relevância. Faz uma análise focada em <i>informação</i> semântica.
2009	Introduction to the special issue "What is really information? An interdisciplinary approach"	José María Díaz Nafria; Francisco Salto Alemany	Nenhuma. Trata-se de uma introdução dos assuntos abordados naquela edição.
2004	Information and Life: Towards a Biological Understanding of Informational Phenomena	Pedro C. Marijuán	Pouca relevância. Observa fenômenos informacionais a partir das organizações moleculares, ou seja, a partir de uma perspectiva biológica. Faz críticas à visão reducionista das ciências exatas.

*Continua...*

Tabela 17 – Continuação da página anterior.

Ano	Nome	Autor(res)	Relevância para a pesquisa
2013	From Culture 2.0 to a Network State of Mind: A Selective History of Web 2.0's Axiologies and a Lesson from It	Pak-Hang Wong	Nenhuma. Aborda mídia digital e "Web 2.0".
2013	Emergence and Evolution of Meaning	José M. Díaz Nafría; Rainer E. Zimmermann	Relevante. Faz uma abordagem física e biológica da <i>informação</i> . Estuda a relação entre <i>informação</i> e energia observada na Física.
2013	Emergent Information. When a Difference Makes a Difference...	Wolfgang Hofkirchner	Nenhuma. Faz uma abordagem particular da Teoria Unificada da Informação.
2013	Introduction: The Difference That Makes a Difference	David Chapman; Magnus Ramage	Nenhuma. Trata-se de uma introdução dos assuntos abordados naquela edição.
2011	How a Bacillus "Sees" the World: Information Needs and Signaling Resources of Mycobacterium Tuberculosis	Jorge Navarro; Pedro C. Marrijuán	Pouca relevância. Discute como uma célula específica lida com a <i>informação</i> obtida em seu ambiente e a relação desse estudo com a Ciência da Informação e a Bioinformática.
2014	Revisiting the Political Economy of Communication	Nicholas Garnham; Christian Fuchs	Nenhuma. Investiga algumas ideias de Economia Política da Comunicação.
2013	What Is Digital Labour? What Is Digital Work? What's their Difference? And Why Do These Questions Matter for Understanding Social Media?	Christian Fuchs; Sebastian Seignani	Nenhuma. Investiga o trabalho digital, comparando com um conceito de labor digital e relacionando com teorias marxistas sobre o trabalho e o labor.
2011	Towards an Ontology of Information and Succeeding Fundamentals in Computing Science	Gerhard Luhn	Totalmente relevante. Busca um conceito ontológico de <i>informação</i> baseado em fundamentos físicos para a ciência da computação.
2011	The Identity of Objects: Form & Nature in Digital Museums	Jason T Hewitt	Nenhuma. Propõe um modelo de controle informático para os objetos de um museu.

*Continua...*

Tabela 17 – Continuação da página anterior.

<b>Ano</b>	<b>Nome</b>	<b>Autor(res)</b>	<b>Relevância para a pesquisa</b>
2011	Information Philosophy in China: Professor Wu Kun's 30 Years of Academic Thinking in Information Philosophy	Guowu Li	Relevante. Analisa a filosofia da informação do professor Wu Kun. Analisa a pesquisa feita por este autor na ontologia da informação, epistemologia, teoria da informação social, a teoria da produção da informação, a teoria da evolução da informação, o valor da informação, e direções de pensar <i>informação</i> .

Pesquisa realizada até 10.03.2014. Período pesquisado: todos disponíveis nas bases.



## Parte II

### Revisão de Literatura e Fundamentos



## 5 Referenciais Teóricos

A abordagem feita neste trabalho para a investigação do conceito de *informação* é apresentada em duas perspectivas. A primeira é feita neste capítulo, no qual apresenta um conjunto de ideias por trás do uso atual do conceito *informação* em algumas disciplinas. A segunda perspectiva é feita no próximo capítulo, no qual apresenta as raízes históricas do uso do termo.

Percebe-se que há diversas disciplinas da ciência que estudam a natureza da *informação*. Cada uma em seu universo de estudo. A relação entre essas disciplinas causam uma certa confusão devido à diferentes definições. Não é objetivo deste capítulo apresentar todas as formas de uso do conceito *informação* em todas as disciplinas, mas acredita-se que os conceitos identificados na pesquisa bibliográfica representados neste capítulo conseguem apresentar a natureza da informação observada na perspectiva de pelo menos quatro ciências: a Física, a Ciência da Computação, a Genética e a Arquitetura da Informação.

O capítulo começa apresentando um conjunto de conceitos relacionados ao termo *informação* obtidos em obras de referências (ABBAGNANO, 2007; AZEVEDO, 2010; JAPIASSU; MARCONDES, 1993; MORA; OLASO; BELSUNCE, 1978). Depois, apresenta-se o que se entende por *natureza da informação* na perspectiva da Física, da Ciência da Computação e da Genética. Em seguida, é feita a escolha pelo referencial epistemológico trazido pela Arquitetura da Informação e, no final, faz-se uma explanação sobre a *Informação Ontológica*.

### 5.1 Conceitos relacionados

O conceito de *informação* é amplamente utilizado por diversas disciplinas de formas diferentes, inclusive pela Ciência da Informação. O conceito pode ser utilizado como um ato de dar forma, em um sentido etimológico da palavra, ou como uma indicação de saber sobre algo, observando o seu uso mais recente. Em uma breve análise dos conceitos em obras de referências, é possível observar que o sentido de *informação* oscila entre persistir em raízes remotas e refletir o uso do cotidiano. Uso este que parece ser uma adaptação gradual onde muitas vezes confunde com o significado de conhecimento, conteúdo, atributo, etc.

Nos últimos sessenta anos, o termo parece ter sido objeto de manipulação de diversas áreas da ciência, elevando o seu grau de polissemia. Para ilustrar as diferentes abordagens do termo *informação*, foi listado nesta seção um panorama conceitual obtido inicialmente com o auxílio de obras de referências.

Uma pesquisa pelo termo “informação” no dicionário de Nicola [Abbagnano \(2007\)](#) obteve 76 ocorrências, dos quais 32 estão relacionadas à *Cibernética* e 9 estão relacionadas ao termo *Entropia*. A referência direta ao termo *Informação* remete à *Cibernética*.

De uma forma geral, hoje a Cibernética é observada como o estudo das “máquinas possíveis” independente de como elas foram criadas (pelo homem ou pela natureza) ([ABBAGNANO, 2007](#)). Esse estudo é aplicado em autômatos que possuam operações de correção (*feedback*). Nesse campo de estudo, as operações de correção são consideradas operações fundamentais para que haja uma “inteligência”. O esquema de funcionamento de um autômato com essa “inteligência” envolve também mecanismos de percepção, no qual se obtém a *informação* da medida necessária para se atingir o resultado desejado.

*Informação*, neste sentido, relaciona-se com a cibernética através do uso da Teoria da Informação (outra denominação para a Teoria Matemática da Comunicação desenvolvida por [Shannon \(1948\)](#)), ou seja, é observada como uma mensagem, que pode ser enviada, recebida, codificada, medida, etc. [Shannon \(1948\)](#) considera que uma mensagem enviada por um canal qualquer pode sofrer alterações durante a transmissão. Essas alterações podem ser calculadas matematicamente e o resultado – o ruído – é expresso como a “perda de *informação*”. O esquema de funcionamento do autômato utiliza o resultado deste cálculo para corrigir suas operações de modo a chegar em um resultado adequado. Essa correção feita por “retroalimentação” (*feedback*) é uma característica fundamental na *Cibernética* que dá às máquinas o atributo de “inteligente”.

A *Teoria da Informação* é, portanto, fundamental na *Cibernética*. A explicação deste modelo teórico utilizou o conceito de *Entropia* da Termodinâmica. Este conceito, assim como o cálculo da *informação*, também está associado ao conceito de *probabilidade*. Esses conceitos serão abordados com mais detalhes na [seção 5.1](#).

Outros termos também utilizam esses conceitos nas explicações do dicionário de Nicola [Abbagnano \(2007\)](#).

A explicação sobre o *Acaso* tem ligação com o conceito de *Probabilidade* e *Entropia*. O sentido da palavra *condição* é relacionada à *Teoria da Informação* e à *Cibernética* quando se trata de *ordem* e *causa* nas relações entre seus elementos.

Além desses termos, outros merecem atenção para o contexto deste trabalho.

A relação entre *informação* e *Conhecimento* é apresentada de forma simples em uma definição: “O Conhecimento de x significa um procedimento capaz de fornecer algumas informações controláveis sobre x, isto é, que permita descrevê-lo, calculá-lo ou prevê-lo em certos limites” ([ABBAGNANO, 2007](#), p174). A noção de *conhecimento* proposto por [Abbagnano \(2007\)](#) é a de uma técnica (“o uso normal de um órgão do sentido ou uma operação com instrumentos complicados de cálculo”) que verifica um objeto. Neste sentido *informação* é considerado como um conjunto de propriedades que pode ser obtido a partir



de algo com a utilização dos sentidos.

O termo *informações* possui um sentido similar em *Saber*, ou seja, é utilizado no sentido de propriedades ou características de um objeto.

A *Percepção* também usa o termo *informação* no mesmo sentido. Ao explicar a *Teoria da Hipótese*, o termo *informação* é relacionado a algo que o organismo obtém e processa para confirmar ou desmentir uma hipótese (ABBAGNANO, 2007, p756).

Para explicar *Conotação*, *informação* é usada em um sentido de atributo de algo. O uso conotativo implica em utilizar os atributos implícitos no significado de um nome. “Neste sentido, a palavra ‘branco’ não denota todos os objetos brancos, mas conota o atributo da brancura” (ABBAGNANO, 2007).

Para explicar *Genética*, o termo *informação* é usado como sinônimo de características de um organismo, no qual podem ser transmitidas aos seus descendentes. Esse sentido também é utilizado no termo *Teleonomia*. Neste caso, a *informação teleonômica* é a quantidade de características mínimas necessárias para ser transmitida a seus descendentes de forma que as estruturas vitais sejam realizadas e conservadas.

Esses conceitos abrangem 53 ocorrências encontradas. As outras 23 ocorrências foram encontradas nas explicações de outros 21 termos. O sentido da palavra *informação* utilizado para explicar esses termos varia pouco. Ele é usado no sentido cotidiano da palavra, que confunde com o conceito de *conhecimento*, *conteúdo*, *atributo*, *dado*, *propriedade*.

Segundo a classificação do dicionário de Francisco Ferreira Azevedo (2010), o termo *informação* está localizado na classe de palavras *Entendimento*, na divisão *Comunicação das Ideias*, na categoria *Maneiras de Comunicação*. Esta obra relaciona *informação* com mais de 300 outros termos, mas não é objetivo deste trabalho identificar a nuvem de palavras em torno do significado de *informação*. A Classificação proposta por Azevedo (2010) já denota a relação do conceito pesquisado com o Entendimento Humano, o que atribui uma dependência com “aquele que entende”.

A pesquisa no dicionário de Japiassu e Marcondes (1993) obteve 12 ocorrências do termo *informação* em explicações de conceitos filosóficos e em descrições de personagens da História da Filosofia. Não há um conceito direto sobre *informação*.

Para o contexto deste trabalho, apenas 2 ocorrências identificadas neste último dicionário se destacam. A explicação sobre o *entendimento* considera *informação* como o saber sobre algo, o conhecer. A explicação sobre *inteligência artificial* aponta para um campo de estudo desenvolvido a partir da *Cibernética* e da *Teoria da Informação*, entre outros conhecimentos.

Outras 10 ocorrências não foram consideradas neste trabalho, pois possui um sentido cotidiano da palavra, no qual, como foi dito anteriormente, muitas vezes é sinônimo

de *dado e conhecimento*.

Na obra de Ferrater [Mora, Olaso e Belsunce \(1978\)](#) o termo *informação* aparece apenas uma vez na explicação de História da Lógica, mas foi utilizado apenas no sentido cotidiano da palavra, ou seja, confundindo com *dado e conhecimento*. Entretanto, nas explicações filosóficas sobre *Matéria*, *Materialismo* e sobre o *Ser* o termo *informe* é usado associado a “matéria”, “massa” ou “substância”. Neste caso, a palavra remete a um sentido de algo que não possui forma definida. A expressão “elemento informador” também ocorre na explicação do conceito filosófico de *Corpo*, referindo-se a um elemento de dá forma.

A partir dessas referências, foi possível observar a existência de diversos conceitos sobre *informação*. Entretanto, é possível identificar um agrupamento em torno de alguns termos importantes para o contexto desta dissertação: Entropia, Cibernética, Probabilidade, dado e conhecimento. As subseções seguintes apresentam o significado utilizado por cada termo.

### 5.1.1 Informação e Entropia

*Entropia* é uma grandeza Física utilizada na Termodinâmica. O físico Brian Greene explica da seguinte forma esta grandeza:

A noção de entropia foi desenvolvida inicialmente durante a Revolução Industrial por cientistas que se preocupavam com a operação de fornos e máquinas a vapor e que ajudaram a desenvolver o campo da termodinâmica. As ideias básicas foram sendo refinadas durante muitos anos em um processo que culminou com a teoria de Boltzmann. A sua versão da entropia (...) emprega o raciocínio estatístico para estabelecer um vínculo entre o enorme número de componentes individuais que integram um sistema físico e as propriedades globais desse sistema. ([GREENE, 2005](#), p181).

É normal utilizar-se do conceito de desordem para um entendimento dessa grandeza Física. Ao fazer um experimento mental, poder-se-ia imaginar as moléculas de um gás em um ambiente completamente fechado, onde a direção e o movimento de cada molécula seja identificada. É possível estabelecer inúmeras maneiras de posicionar cada molécula e de fornecer direção e intensidade no movimento de cada uma delas. Também é possível imaginar que essas moléculas estejam perfeitamente ordenadas em todas as grandezas (posição, direção, velocidade, etc.). Percebe-se que é mais provável encontrar um ambiente onde as moléculas estejam desordenadas do que em perfeita ordem. Essa noção intuitiva é concebível devido à quantidade de maneiras que é muito maior na desordem do que na ordem das moléculas neste experimento.

Pode-se observar que, de uma maneira geral, a entropia mede o grau de “desordem” das partículas de um gás ideal em um sistema fechado. Neste sentido, alta entropia significa que o sistema é altamente desordenado e baixa entropia significa que o sistema é altamente

ordenado. A segunda lei da Termodinâmica trata desse aspecto: os sistemas físicos tendem a evoluir em direção a estados de mais alta entropia (GREENE, 2005, p187).

A relação desta grandeza com a *informação* foi feita por Shannon (1948) em uma analogia com a medição da incerteza na propagação de uma mensagem. Em uma mensagem binária, por exemplo, ('0' ou '1') só há duas possibilidades para o receptor. A correção da *informação*, portanto, deve considerar esses dois estados. Porém, em uma mensagem enviada com uma quantidade maior de possíveis configurações, o receptor terá um aumento proporcional da possibilidade de *ruído* na recepção da *informação*. Neste sentido, a quantidade de maneiras que uma mensagem pode ser enviada por uma fonte é proporcional à correção necessária para que o receptor possa identificar a mensagem. Assim, quanto maior a quantidade de *informação* (maior entropia), maior será a dificuldade da propagação e recepção da mensagem.

### 5.1.2 Informação e Cibernética

*Cibernética* foi o termo alcunhado por Norbert Wiener (1894-1964), tomado a partir do vocábulo grego “*kybernetiké*”, que significa “a arte de governar um barco” (FILHO, 2007). O uso do termo surgiu da ideia do “estudo das comunicações e, em particular, das comunicações que exercem controle efetivo, com vistas à construção das máquinas calculadoras” (ABBAGNANO, 2007). A Teoria leva a Wiener a juntar os estudos sobre a possibilidade lógica das máquinas de Alan M. Turing (1912-1954), a Teoria da Informação de Claude E. Shannon (1916-2001), a “Teoria Geral dos Sistemas” de Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), a ideia inicial da automatização via feedback negativo de James Watt (1736-1819) e a Teoria Matemática dos Jogos de John von Neumann (1903-1957) (FILHO, 2007).

A Cibernética não se manteve como disciplina científica e o termo foi deixando de ser utilizado no meio acadêmico, mas “seus acachados foram integrados dentro da Teoria Geral dos Sistemas” e “seu lado mais prático e utilitário foi assimilado dentro da robótica” (FILHO, 2007). Hoje, a *Cibernética* é observada como o estudo das possíveis máquinas ou autômatos, independentemente de como estes foram criados (pela natureza ou pelo próprio homem). Neste sentido, essas máquinas podem realizar operações de correção para cumprir melhor o seu objetivo. Essa correção chama-se retroalimentação (*feedback*) (ABBAGNANO, 2007).

A perspectiva de Norbert Wiener na teoria *Cibernética* utiliza o conceito de *informação* baseado no conceito proposto por Shannon (1948). As operações de retroalimentação realizadas por esses autômatos são guiadas por mensagens, nas quais utilizam da Teoria da Informação. Portanto, na *Cibernética* a *informação* é observada como a quantidade de *incerteza* ou *entropia*.

### 5.1.3 Informação e Probabilidade

Considerando talvez a principal contribuição para a construção do computador, a Teoria Matemática da Comunicação de [Shannon \(1948\)](#) mostrou um caminho para projetar máquinas baseadas na lógica algébrica descrita um século antes por George Boole (1815-1864). Essa lógica utiliza dois valores no sistema de cálculo lógico: 0 ou 1, que podem ser representados pelos valores “verdadeiro” e “falso”. Em um sistema extremamente simples, que utilize apenas dois valores lógicos, é possível identificar, através de uma *tabela-verdade*, todos os estados possíveis desse sistema. Entretanto, o experimento mental apresentado na [subseção 5.1.1](#) leva a crer que, em cálculos mais complexos que a lógica binária, fica cada vez mais difícil de, na prática, determinar todos os estados possíveis de um sistema complexo como um conjunto de moléculas de um gas ideal em um sistema fechado. Mesmo considerando o avanço tecnológico atual, é impossível calcular todas as propriedades físicas de cada partícula de um gas em um sistema.

Por este motivo, é essencial o conhecimento do raciocínio estatístico, no qual levou a utilização do termo *Entropia* na Teoria Matemática da Comunicação e pelo qual possibilitou a utilização de algoritmos de correção utilizados na Teoria Cibernética. Em um ambiente altamente desordenado (alta entropia) é difícil identificar uma alteração em seus componentes, ao passo que em um ambiente ordenado, qualquer alteração pode ser identificada mais facilmente.

A utilização de conceitos probabilísticos é bastante útil quando se tem sistemas complexos onde a determinação de todos os estados possíveis se torna inviável. Neste caso, apenas alguns componentes fundamentais do sistema em observação possui um conjunto de propriedades identificadas. Este raciocínio é naturalmente utilizado na Física ([GREENE, 2005](#)). A observação das moléculas de um gas mais leve que outro em um ambiente hermeticamente fechado leva a concluir que a movimentação do gas mais leve tende a ser direcionada acima das moléculas do gas mais pesado. Para se chegar a esta conclusão, não há a necessidade de calcular o movimento de cada partícula, mas a movimentação pode ser perfeitamente visível a olhos humanos.

### 5.1.4 Informação, dado e conhecimento

O levantamento apresentado no início desta seção leva a crer que há uma confusão de ideias relacionadas entre os termos *informação*, *dado* e *conhecimento*. É possível observar autores que apresentam uma ideia em que dois ou mais destes termos são tratados de forma equivalentes. A *informação* pode ser observada como *conhecimento*, onde “conhecer algo” seria equivalente a dizer que “possui a informação desse algo” ou “informar-se” ([BUCKLAND, 1991](#)). Da mesma forma, encontra-se definições de *dado* como a *informação* sem contexto ou como aquilo que não tem significado para o observador ([SIQUEIRA, 2012](#)). [Wersig e Neveling \(1975\)](#), por exemplo, apontam seis tipos de abordagens para o

uso e significado do termo *informação*:

- a) “Uma abordagem estrutural (orientada para a matéria)”, no qual as estruturas da natureza são observadas como *informação*;
- b) “Uma abordagem do conhecimento”, que estabelece a informação como o *conhecimento* elaborado à base da percepção das estruturas da natureza;
- c) “Uma abordagem da mensagem”, que se baseia na Teoria Matemática da Comunicação (SHANNON, 1948);
- d) “Uma abordagem do significado”, no qual apenas o significado da mensagem é considerada *informação*;
- e) “Uma abordagem do efeito”, que observa a *informação* como o resultado de um efeito em um processo;
- f) “Uma abordagem do processo” no qual a *informação* é vista como o próprio processo.

Como foi mencionado nas primeiras seções, este trabalho foi inspirado pela Teoria Geral da Arquitetura da Informação (LIMA-MARQUES, 2011). Portanto, a escolha dos conceitos utilizados está baseada na disciplina de Arquitetura da Informação. Esses conceitos foram traduzidos para o grupo de Brasília no trabalho de André Siqueira (2012):

A Informação Ontológica é a determinação dos possíveis Estados dos Entes e de suas Relações. O Dado é a manifestação do estado das propriedades do Objeto no momento imediatamente anterior da sua percepção pelo Sujeito (LIMA-MARQUES, 2011), é a Manifestação da Informação Ontológica em Formas perceptíveis por um Sujeito. O Conhecimento é a imagem criada por um Sujeito na intenção de representar um Objeto.

Esses conceitos serão abordados mais adiante na [subseção 5.3.1](#).

## 5.2 A natureza da informação

A natureza da *informação* é um dos principais problemas abordados na Ciência da Informação (FLORIDI, 2004; BATES, 2006). A investigação sobre a natureza da *informação* procura delimitar a localização onde está sendo tratado o objeto de estudo. Considerando a Teoria Geral da Arquitetura da Informação como o principal fundamento desta dissertação juntamente com a visão fenomenológica trazida por Husserl, busca-se localizar a natureza da *informação* no espaço do Sujeito, no espaço do Conhecimento ou no espaço do Objeto<sup>1</sup>.

A investigação preliminar relatada na [seção 4.2](#) identifica alguns artigos que buscaram descrever a natureza da *informação* em seu campo de estudo. Esta seção apresenta

<sup>1</sup> Essa distinção dos espaços é explicada em mais detalhes na [subseção 5.3.1](#)

aqueles que possuem alguma relação com o tema deste trabalho, em especial com as disciplinas que fundamentam esta dissertação: a Física e a Ciência da Computação. É possível observar que alguns trabalhos corroboram com a identificação da *informação* no nível Ontológico. Entretanto, uma posição é apresentada no final desta seção como base fundamental para o entendimento da natureza da *informação* neste trabalho.

### 5.2.1 A informação na Física

A observação da *informação* como elemento fundamental dos objetos da natureza leva a uma busca no espaço do Objeto, no meio Ontológico. Alguns artigos relacionados com essa busca estão apropriadamente situados no campo da Física. Entre eles, [Duvenhage \(2002\)](#) faz uma comparação entre uma interpretação de *informação* na Mecânica Clássica e na Mecânica Quântica<sup>2</sup>. *Informação* é observada como o resultado de uma medição em um sistema clássico ou quântico. A medição de um sistema por um observador, na perspectiva de [Duvenhage \(2002\)](#), é a recepção dos dados por parte do observador. Para a Mecânica Quântica, a observação desses dados pode mudar a *informação* sobre o sistema. Essa é uma das características que diferenciam o comportamento quântico do comportamento clássico: a observação de propriedades de um sistema quântico pode alterar os resultados (ver [subseção 6.4.2](#)).

O comportamento contra intuitivo apresentado pela Mecânica Quântica leva ao autor a realizar as comparações entre os sistemas. [Duvenhage \(2002\)](#) procura, neste artigo, desmistificar a ideia que a *informação* na Mecânica Quântica é diferente da *informação* na Mecânica Clássica. Para ele, trata-se de uma medição por probabilidade que difere apenas no sentido matemático de probabilidade cumulativa.

A medição é o primeiro assunto tratado na obra de [Halliday, Resnick e Walker \(2009a\)](#). Segundo os autores, medição e comparação são as bases fundamentais da Física e da Engenharia. O ato de medir é bem mais antigo que a própria Física, o que leva a uma busca pela história da Física (ver [Capítulo 6](#)).

Com base nisso, considera-se a *informação* na Física como o resultado de um cálculo de probabilidade, ou, para ser mais exato, a medição de uma grandeza física.

### 5.2.2 A informação na Ciência da Computação

A Ciência da Computação como disciplina científica é muito recente. Ela surge na década de 1960 com a consolidação dos estudos sobre a Teoria dos Autômatos e a Teoria de Linguagens Formais em paralelo com a evolução do *hardware* e do *software* e o

---

<sup>2</sup> Considera-se Mecânica Clássica a parte da Física que se dedica ao estudo dos movimentos das partículas com base na teoria clássica de Isaac Newton (1642-1727) e a Mecânica Quântica a teoria baseada no conjunto de conceitos introduzidos na década de 1930, que investiga o movimento das partículas subatômicas ([GREENE, 2005](#); [ROONEY, 2013](#); [POLKINGHORNE, 2012](#))

surgimento de novas tendências nas pesquisas sobre a Inteligência Artificial e Teoria de Banco de Dados (FILHO, 2007).

A Teoria da *Computação* sempre esteve muito ligada à Matemática. “Essa teoria baseia-se na definição e construção de máquinas abstratas, e no estudo do poder dessas máquinas na solução de problemas” (FILHO, 2007, p13). George Boole (1815-1864), David Hilbert (1862-1943), Alan Turing (1912-1954) e John von Neumann (1903-1957), entre outros, criaram, nas décadas de 1930 a 1950, os alicerces conceituais que formam o computador como conhecemos hoje. A máquina de Turing é o conceito abstrato que deu início ao computador a partir do sistema lógico iniciado pelo matemático George Boole. Computar é calcular através de um objeto matemático formal, mas, para Turing, é “escrever símbolos em um papel” (FILHO, 2007, p75). A formalização de Turing, publicada em 1936, permitiu a criação de uma máquina conceitual que realiza, a cada ação, operações elementares e indivisíveis. Essas operações baseia-se nos passos que um ser humano faria ao executar um determinado cálculo (o que ficou conhecido como a formalização do conceito de algoritmo). Utilizando os “símbolos em um papel” e um conjunto de regras, a máquina conceitual realiza uma série de operações até que uma resposta seja encontrada.

Em paralelo a isso, Claude E. Shannon (1916-2001), Mestre em Engenharia Elétrica e Doutor em Matemática, estabelece uma ligação entre os circuitos elétricos e o formalismo lógico.

O que Shannon fez em 1937 foi mostrar um caminho para projetar máquinas baseadas na lógica algébrica descrita um século antes por George Boole, aquela em que só havia dois valores no sistema de cálculo lógico: 1 e 0. Se um valor é verdadeiro, ele pode ser representado pelo valor 1 e, se falso, pelo 0. (FILHO, 2007)

Durante a Segunda Guerra Mundial, Shannon começou a desenvolver uma descrição Matemática da Comunicação, dando origem a um ramo de estudos conhecido como *Teoria da Informação* (FILHO, 2007). A álgebra de Boole, a partir desta teoria, poderia ser representada nos circuitos elétricos chaveados e, a partir disso, construir uma operação de memória que possibilite “guardar a *informação*”. Os “símbolos no papel” e as operações matemáticas e lógicas já podiam ser feitos a partir da construção dos computadores digitais.

A contribuição de Shannon foi mais além, pois, como o nome já sugere, a *Teoria da Informação* retrata a interpretação da Ciência da Computação sobre o que vem a ser *informação*, ou seja, os “zeros” e “uns” que são calculados e armazenados nas máquinas.

### 5.2.3 A informação na Biologia

A pesquisa apresentada na [seção 4.2](#) aponta um conjunto de artigos que apresentam estudos sobre o conceito de *informação* na Biologia. Entretanto, entro do grupo de Brasília

há um trabalho específico nesta área do conhecimento, em especial na Genética, que identifica a abordagem conceitual desta área (Pereira Júnior, 2013). Acredita-se que este trabalho, pela abordagem fenomenológica e influenciada pela perspectiva da Arquitetura da Informação, sintetiza a ideia de *informação* necessária a esta dissertação.

Pereira Júnior (2013) explica a ideia de *informação* na ciência Genética da seguinte forma:

Ao estudar como os seres vivos recebem traços comuns de gerações previas, a Genética utiliza o termo “informação genética”, que é a informação carregada por uma molécula de DNA. As instruções para a construção e funcionamento de um organismo estão contidas no DNA desse organismo. Toda criatura viva na Terra tem DNA em suas células. Em termos gerais, um gene é uma unidade hereditária que consiste de DNA ocupante de uma posição no cromossomo e que determina uma característica (observável ou não) de um organismo. Os genes são passados de pai para filho sendo uma parte importante na determinação da aparência e do comportamento.

Segundo o autor, a Genética possui o significado de *informação* bem definido (Pereira Júnior, 2013, p.63). Ele observa dois aspectos da *informação*: um aspecto objetivo (absoluto) que se refere às propriedades ontológicas e invariantes do objeto, e um aspecto subjetivo (intensional) que “corresponde à informação sobre e para a realidade na visão de Floridi” (Pereira Júnior, 2013, p.127).

### 5.3 Sobre a Arquitetura da Informação

A Arquitetura da Informação é a disciplina em que esta dissertação está inserida. Sua base teórica foi concebida a partir da Teoria Geral da Arquitetura da Informação (TGAI) e sua fundamentação e caracterização foi feita na tese de André Siqueira (2012). Esta disciplina é a base fundamental para este trabalho e, portanto, é importante a visão da disciplina no que se refere à natureza da *informação*. Além disso, também é importante diferenciar *Ontologia* de *ontologias*, mas isto é discutido no final desta seção.

De acordo com Siqueira (2012), o termo *Arquitetura da Informação* surgiu a partir de Richard Saul Wurman, em 1976, em uma convenção da *American Institute of Architects*. Wurman apresenta trabalhos relacionados a ilustração, diagramas, publicações, ergonomia de software e exposições relacionadas ao tratamento da *informação* (SIQUEIRA, 2012). Wurman considera que o arquiteto é “uma pessoa que cria a estrutura ou mapa da informação, que permite aos outros encontrar seus caminhos pessoais para o conhecimento” e define a *Arquitetura da Informação* como sendo “arte e ciência de estruturar e organizar sistemas de informações para auxiliar as pessoas a alcançarem seus objetivos” (WURMAN, 1997 apud SIQUEIRA, 2012).



É importante destacar que, na definição de Wurman, o arquiteto não “transmite conhecimento” nem “transmite informação”, mas sim organiza a *informação* para que o outro a perceba a seu modo.

Siqueira (2012) ainda apresenta mais dez definições sobre a *Arquitetura da Informação* que surgiram a partir de Wurman. As definições são variadas, mas o autor aponta o conceito de Flávia Macedo (2005) de forma bastante alinhado a Wurman<sup>3</sup> e uma definição proposta por Lima-Marques, em 2007:

É o escutar, o construir, o habitar e o pensar a informação como atividade de fundamento e de ligação hermenêutica de espaços, desenhados ontologicamente para desenhar. (LIMA-MARQUES, 2007 apud SIQUEIRA, 2012).

Em uma publicação mais atualizada, Lima-Marques considera a definição de *Arquitetura da Informação* como sendo:

A configuração dos estados dos elementos constitutivos da própria coisa e de suas propriedades, caracterizadas por espaço-temporalidade de informação distinta. (LIMA-MARQUES, 2011, tradução do livre)

As definições não se contradizem, pois trata-se de ideias distintas, onde o uso do termo é feito em diferentes contextos. Siqueira (2012) identifica três abordagens para o uso do termo:

- a) A disciplina *Arquitetura da Informação*, que trata de “um programa de investigação sobre a configuração de espaços de informação”;
- b) O produto gerado através da Práxis dessa disciplina;
- c) Um objeto de estudo, ou seja, “uma configuração existente num espaço de informação que desperta o interesse e a atenção de um sujeito”.

Além disso, o autor destaca que a escrita deve ser diferenciada, onde “Arquitetura da Informação” é tratada como a disciplina e “arquitetura da informação” é tratada como um objeto ou produto daquela.

### 5.3.1 A TGAI

A discussão em torno da disciplina de Arquitetura da Informação inicia-se no grupo de Brasília, com a *Teoria Geral da Arquitetura da Informação* (TGAI) proposta por Mamede Lima-Marques (2011). Essa teoria apresenta uma série de definições que são base para este trabalho.

<sup>3</sup> Esta autora também faz parte do grupo de Brasília.

A ideia primordial dessa teoria está na delimitação de três entes básicos correlacionados: sujeito (homem), objeto (presente no mundo) e imagem (conhecimento para o sujeito). Essa correlação representa o *fenômeno*, com base na Fenomenologia, idealizado pelo filósofo matemático e lógico Edmund Husserl (1859-1938). A abordagem de Lima-Marques (2011) considera a *informação* inserida no espaço informacional dos objetos, ou seja, no meio ontológico. Na Figura 2 é apresentado um modelo gerado a partir da ideia da delimitação dos três entes identificados na TGAI.

Lima-Marques (2011) define alguns elementos de *Arquitetura da Informação*, que serão ditados a seguir:

- a) O *Espaço*, que possui uma noção de distinção, onde se indica o conteúdo de cada lado da fronteira;
- b) O *Estado*, que é “uma única configuração da informação em um intervalo de tempo”;
- c) A *Dinâmica*, que é o conjunto dos diferentes estados em um intervalo de tempo;
- d) A *Transformação*, “um conjunto de eventos, aplicado a um estado particular, de modo a provocar mudanças a futuros estados”.

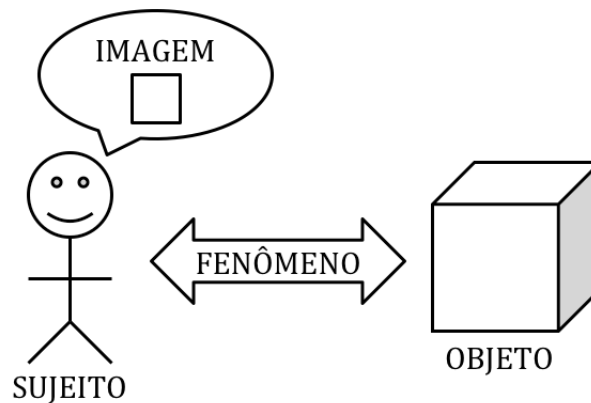
Com esses elementos o autor mostra que o conceito de *Arquitetura da Informação* pode ser aplicado a qualquer *espaço de informação*. A noção de *espaço de informação* também está inserido na caracterização da disciplina (SIQUEIRA, 2012). A ideia de *espaço* ou distinção desses autores pode ser resumida seguinte forma: O *sujeito* é aquele que observa o mundo; que identifica o objeto; que manipula o mundo a sua volta – tal como a definição de *arquiteto* de Wurman (1997 apud SIQUEIRA, 2012). O *objeto* é o ente que está sendo observado, manipulado, configurado pelo *sujeito*; é aquele cujas propriedades são apreendidas pelo *sujeito*. Por fim, a *imagem* é a coisa criada na mente do *sujeito*; é formada pelo conjunto de propriedades que foi apreendido pelo *sujeito*.

Considerando estes três espaços delimitados, a *informação* é apontada como sendo as propriedades do *objeto*, portanto é inerente a este. A *informação* só pode ser apresentada para o *sujeito* a partir do *fenômeno*. A partir das propriedades percebidas pelo *sujeito* através desse *fenômeno* é que a *imagem* é formada na mente.

Com isso, tem-se que a *informação* não é diretamente acessada pelo *sujeito*, mas apenas a partir do *fenômeno*. Pode-se caracterizar a manifestação da *informação* como sendo o *dado*, ou seja, nas palavras de Lima-Marques (2011): “é o estado das propriedades do objeto no instante imediatamente anterior à sua apreensão pelo sujeito”.

É importante considerar que, nesta abordagem, as propriedades apreendidas pelo *sujeito* não são todas as propriedades contidas no *objeto* observado, mas apenas um conjunto delas. Isso significa que não é possível conhecer a realidade em sua completude

Figura 2: Modelo fenomenológico utilizado na TGAI.



Fonte: Produzido pelo autor.

a partir do fenômeno. Também é importante entender que o fato de se utilizar o verbo “observar” não limita às propriedades visuais (no sentido humano) do *objeto*. A apreensão das propriedades pode ser feita por qualquer sentido humano ou por qualquer ferramenta em que o sujeito utilize para ampliar os sentidos de percepção da realidade. Em todo o caso, só é possível conhecer a realidade da forma em que ela se apresenta no fenômeno, e ela não se apresenta de todas as formas possíveis.

### 5.3.2 O status ontológico da informação

Devido ao uso do termo “ontologia” em uma forma técnica utilizada nos dias atuais, é necessário fazer uma distinção. O termo possui raízes gregas (será discutido na [subseção 6.1.1](#)) e se esboça a partir do conceito de *forma*, no sentido de aparência de algo, representado pelas palavras *μορφή* (*morphē*), *εἶδος* (*eidos*) e *ιδέα* (*idia*) (LIMAMARQUES, 2011). Essas palavras foram utilizadas por Platão e depois por Aristóteles para indicar algo essencial ao ser. A partir de 1730, o termo “*Ontologia*” passa a ser observado como uma disciplina (ver [subseção 6.1.1](#)).

O termo técnico “ontologias” utilizado nos dias atuais pela Ciência da Informação e pela Ciência da Computação é um modelo que representa conceitos observados em um domínio específico e seus relacionamentos. A técnica levou ao desenvolvimento de diversos *softwares* que criam esses modelos e, nos últimos anos, levou ao surgimento de serviços de repositórios com mecanismos de buscas conhecido por *biblioteca de ontologias* (GRUBER, 2009).

A disciplina de *Arquitetura da Informação* traz o termo “*Ontologia*” no sentido filosófico. Contudo, o uso da técnica de criação de modelos pelo *Arquiteto de Informação* pode ser considerado uma excelente estratégia para construção de espaços informacionais.

De acordo Lima-Marques (2011), a observação da *informação* no meio *Ontológico* é realizada também pela Física e pela Ciência da Computação. Como foi abordado na subseção 5.2.1 e na subseção 5.1.1, é através da *Teoria da Informação* (ou *Teoria Matemática da Comunicação*) que se identifica uma relação conceitual entre essas disciplinas. Como é explicado na subseção 5.1.1, a teoria de Shannon (1948) considera a informação como uma mensagem que é transmitida de um emissor para um receptor através de um meio físico. Shannon faz isso utilizando uma grandeza Física para quantificar a *informação*: a *Entropia*. A observação da Física é semelhante, ou seja, a *informação* pode ser medida de uma forma análoga ao bit (LLOYD, 2008).

Essa interpretação sugere que a Física e a Ciência da Computação estão alinhadas com o status ontológico da *informação* indicado pela disciplina de *Arquitetura da Informação*.

## 6 Referenciais Históricos

A abordagem de investigação do conceito de *informação* no capítulo anterior apresentou um conjunto de ideias por trás do uso do conceito de *informação* na atualidade pelas disciplinas científicas da Física, Biologia, Ciência da Computação e na própria Arquitetura da Informação. Este capítulo aborda o conceito em uma investigação diferente, ou seja, apresenta as raízes históricas do uso do termo. Nessa segunda perspectiva, identifica-se a origem do conceito e as mudanças sofridas até os dias atuais.

A história do conceito de *informação* está inserida na história da Filosofia e da Ciência. Por esse motivo, inicia-se o capítulo a partir da Filosofia Natural, iniciada na Grécia Antiga graças ao conhecimento trazido do Egito por Tales de Mileto (c.624 a.C.–c.546 a.C.) (ROONEY, 2013). Como o termo vem de origens gregas, é importante conhecer do contexto da época para entender a sua tradução para o latim. Por isso, aborda-se, em seguida, a Etimologia da palavra. Não há a intenção de aprofundar a história da Ciência nesta dissertação, pois isso já foi feito em Siqueira (2012). Entretanto, conforme abordado no capítulo anterior, interessa a este trabalho as mudanças de paradigma sofridas pelas teorias físicas e, em especial, a percepção conceitual da *informação* surgida na Física dos dias atuais. Essa abordagem é feita no final com a apresentação de algumas interpretações da Mecânica Quântica.

### 6.1 A Filosofia Natural

Desde tempos muito remotos a humanidade procura entender como funciona a natureza e do que é feita a realidade. Grande parte dessa busca foi feita por pensadores que observavam a natureza de forma a tentar entender as regras que regem o universo. Os pensamentos da época levavam à questões sobre a existência do ser, o comportamento das coisas do mundo, o entendimento dos fenômenos naturais, etc. Um dos primeiros povos que se tem registro a fazer essas questões fundamentais e elaborar respostas (muitas vezes intuitivas) foram os grandes pensadores gregos (ROONEY, 2013).

Muitas das respostas eram formuladas até então através das crenças da época, influenciadas pelas histórias mitológicas, onde os deuses seriam os responsáveis pelas manifestações da natureza. O deus Apolo carregava todos os dias, em sua carruagem, uma esfera brilhante, representando uma explicação à época para o Sol (FRANCHINI; SEGANFREDO, 2007). Essas eram explicações alegóricas, inventadas a partir da observação do mundo. Devido as óbvias limitações da época, esses estudos interpretavam as leis da natureza apenas pelas observações realizadas nas proximidades da Terra. Considerava-se o Universo de estudo da Filosofia Natural como sendo apenas o universo visível (aos olhos

humanos), onde a razão era aplicada para chegar a teorias que explicassem as observações.

Entretanto, havia uma necessidade de explicações mais adequadas, mais satisfatórias a respeito do funcionamento da natureza. O filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) tentou explicar o mundo sem recorrer às crenças da época. Fazendo isso, ele empregou métodos indutivos iniciando, assim, uma espécie de método científico, investigando com medições experimentais e emprego de raciocínio para se chegar a uma conclusão (ROONEY, 2013). A introdução do experimento permitiu a observação de um universo mais abrangente do que apenas o universo visível. O Método Científico iniciado por Aristóteles o permitiu dar explicações sobre o universo, não como uma semelhança a uma obra de arte, mas sim “como um organismo que se desenvolve graças a um dinamismo interior, um princípio imanente que Aristóteles denomina ‘natureza’ (*physis*)” (PESSANHA, 1987).

O estudo da natureza é feito pelo *Corpus aristotelicum* através de uma série de tratados. Entre eles, a *Física* se propõe a estudar a concepção do mundo e de como é possível conhecê-lo através dos fenômenos observáveis (PESSANHA, 1987). Para Aristóteles, a ideia das coisas estavam dentro das coisas, nas suas próprias características, que eram observáveis através dos cinco sentidos. A partir do conhecimento (empírico) dessas características, ou seja, a partir da observação de propriedades específicas em um conjunto de objetos, a ciência poderia estabelecer definições essenciais e atingir o universal (PESSANHA, 1987). Isso levaria ao homem a categorizar as coisas, ou seja, a criar um *conceito* sobre as coisas.

Na natureza, por exemplo, é possível observar algumas propriedades comum a certos grupos de seres. Com isso, Aristóteles percebeu que, graças a determinação dessas propriedades, pode-se conhecer o que faz parte da essência das coisas – o que é da própria *substância* – e descobrir o que é acidental – o que ela aparenta ser em determinado momento. Por exemplo: “se uma folha verde torna-se amarela é porque verde e amarelo são acidentes da substância folha” (PESSANHA, 1987). A essência das coisas é o potencial que elas possuem de se tornar real de uma determinada forma (PESSANHA, 1987).

### 6.1.1 A Ontologia e a Substância

De acordo com Susana de Castro (2008), o termo *Ontologia* vem do grego, na junção de *onta* (entes) e *logos* (teoria, discurso, palavra), o que significa “teoria dos entes”. Esse termo teria surgido em 1613, no *Lexicon Philosophicum* de Rudolph Goclenius, mas passou a fazer parte da metafísica em 1730, na obra *Ontologia* de Christian Wolff (CASTRO, 2008). A disciplina Ontologia se refere ao estudo do ser enquanto ser, ou seja, investiga a substância das coisas pela sua essência.

O estudo dos *entes* é iniciado na Metafísica de Aristóteles, a disciplina pelo qual ele distingue os conceitos de *substância* e *acidente*. A *substância* é o ente que contém a essência

do ser, o *potencial* que este possui de se apresentar para o mundo de alguma *forma*<sup>1</sup>. O *acidente* é a aparência que as coisas possuem em determinado momento.

Dessa forma, a realidade estaria dividida entre os *entes* que são *substâncias* e os *entes* que são as propriedades, ou simplesmente *não-substâncias* (CASTRO, 2008). Essa divisão categórica é utilizada na Filosofia Moderna, conforme explica Susana de Castro (2008):

Em *The Concept of Substance in Seventeenth Century Metaphysics* – Descartes, Spinoza, Leibniz (1993), R.S. Woolhouse mostra quanto a noção de substância está presente na filosofia destes três filósofos. O que Woolhouse, entretanto, omite é que com a filosofia moderna se inicia, na verdade, a desconstrução do conceito aristotélico originário. Noções fundamentais para a ontologia de substância de Aristóteles, como “substrato” e “substância individual”, são colocadas dentro de um ambiente completamente novo, no qual, por um lado, tudo depende da relação entre causa eficiente (divina) e efeito (as criaturas); e, de outro lado, enquanto a preocupação aristotélica é garantir a “unidade” do ser individual composto de forma e matéria, a preocupação cartesiana é com a “segurança” que se possa ter com relação ao conhecimento que se tenha sobre a existência das coisas. (CASTRO, 2008)

A observação de Susana de (CASTRO, 2008) é duplamente importante. Primeiro porque ela identifica a mudança do conceito original de *substância* de Aristóteles provocada pela Filosofia Moderna, que se debatia sobre a possibilidade do conhecimento entre duas perspectivas: o Racionalismo e o Empirismo (SIQUEIRA, 2012). E depois, porque a ideia original de *substância* e *acidente* possui uma relação muito próxima com os conceitos gregos que deram origem a noção de *informação*. Este estudo é apresentado na próxima seção.

## 6.2 Etmologia da Informação e História da Ciência

De acordo com *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, o interesse na “Filosofia da Informação” é recente. O termo não aparece em importantes enciclopédias de Filosofia<sup>2</sup>, ou seja, até a segunda metade do século XX quase nenhum filósofo moderno considerou *informação* como um conceito filosófico importante (ADRIAANS, 2013). Entretanto, a ideia por trás do conceito *informação* tem sido um tema importante na História da Filosofia e a reconstrução dessa história é relevante para o estudo da *informação* (ADRIAANS, 2013).

Em uma perspectiva histórica, o termo tem raízes no verbo *informare*, que, em um sentido tangível, significa o ato de dar forma, e, em um sentido intangível (ou espiritual),

<sup>1</sup> A ideia de *forma* é um dos conceitos gregos que foi traduzido para o latim e deu origem à noção de *informação*. Esta tradução é abordada na seção 6.2.

<sup>2</sup> As referências citadas por Adriaans (2013) cita a *The Encyclopedia of Philosophy* de Paul Edwards, publicada em 1967, e *An introduction to philosophy* de Windelband, publicada em 1921

teria relação com o uso moral ou pedagógico<sup>3</sup>. Uma das vertentes históricas indica que o termo latino, por sua vez, veio de traduções de conceitos gregos relacionados a epistemologia e ontologia como *eidos* (“είδος”), *idea*, *morphē* (μορφή) e *typos* (LIMA-MARQUES, 2011; CAPURRO; HJØRLAND, 2007, p.156).

Entretanto o uso ontológico do termo *informatio*, tanto no sentido tangível (o que molda a matéria) como no intangível (instruir, educar, influenciar na consciência) foi se perdendo nas línguas modernas. A história de como isso ocorreu se confunde com a História da Ciência. Capurro e Hjørland (2007) atribuem essa mudança ao “declínio da filosofia escolástica causado pelo surgimento da ciência empírica moderna”. René Descartes (1596-1650), com a publicação de seu Discurso do Método, em 1637 (DESCARTES, 2012), inaugura a filosofia moderna e inicia uma série de debates epistemológicos travadas entre pensadores racionalistas e empiristas.

De um lado o Empirismo, sustentando que todo conhecimento somente pode ser originado na experiência. Do outro lado o Racionalismo, defendendo a posição de que o conhecimento pode ser construído por meios além da experiência. (SIQUEIRA, 2012, p46)

O fato é que a ideia de informar no sentido ontológico (seja da matéria ou do ser) caiu em desuso. Nas palavras de Peters (1988 apud CAPURRO; HJØRLAND, 2007):

Na demolição febril das instituições medievais no século XVII e XVIII, a noção de que a informação consistia de uma atividade ou processo de dotar alguma entidade material com forma permaneceu bastante inalterada. Mas, a noção de que o universo era ordenado por formas caiu em desuso e o contexto de in-formar mudou da matéria para a mente. Ambas as mudanças inauguraram uma importante inversão no significado de informação.

Nessa visão histórica, a ideia por traz do termo *informação* parece passar de um sentido ontológico para um epistemológico. Como tratado na subseção 5.1.4, nos dias atuais, a confusão entre o conceito de *informação* e de *conhecimento* leva muitos autores a tratar ambos como sendo equivalentes.

No século XVIII, as discussões epistemológicas entre racionalistas e empiristas foram acalmadas, quando Immanuel Kant (1724-1804), através de sua “Crítica da Razão Pura”, propõe uma alternativa através do *fenômeno* percebido pelo *sujeito* (SIQUEIRA, 2012). Essa nova ideia serviu de base para a Fenomenologia de Edmund Husserl (1859-1938).

A abordagem fenomenológica não considera nem o *sujeito* como elemento central da epistemologia, como é feito na abordagem racionalista, nem o *objeto* como elemento

<sup>3</sup> De acordo com Capurro e Hjørland (2007), o contexto moral ou pedagógico é atribuído ao uso do termo desde o século II d.C. com a influência do cristianismo e na história da filosofia grega, onde o sentido utilizado é de *educar ou modelar pessoas*



central, da forma que é feito na abordagem empirista. Essa abordagem sugere a construção do conhecimento se originando a partir do fenômeno, onde surge “as formas pelas quais os objetos se mostram para os sujeitos de modo que estes possam capturar as propriedades daqueles” (SIQUEIRA, 2012).

## 6.3 História da Física

A noção de ciência com o método científico iniciado por Aristóteles e sua busca pelo entendimento da natureza (*physis*) na Filosofia Natural, iniciada ainda pelo seu mentor, Platão, serve de base até hoje para a produção do conhecimento, especialmente nas ciências naturais. Com a evolução do método científico e a obtenção de conhecimento através da tecnologia, o entendimento que se tem do mundo é muito mais abrangente.

A Física utiliza modelos teóricos que se propõem a descrever como a realidade se apresenta para o sujeito. Até meados do século passado, a parte da física considerada mais influente nas escolas era a chamada *Física Clássica* ou *Mecânica Clássica*, baseada na principal obra de Isaac Newton (1643-1727), *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687.

No final do século XIX, a Física conhecida era baseada em um conjunto de teorias, a saber: a Mecânica (clássica), proposta por Isaac Newton (1643-1727); o Eletromagnetismo, proposto por diversos cientistas, incluindo Michael Faraday (1791-1867), mas com suas bases teóricas firmadas por James Clerk Maxwell, que a transformou em uma teoria completa; a Termodinâmica e a Mecânica Estatística, que tentavam explicar propriedades maiores da matéria (transporte de calor, motores, etc) (HALLIDAY; RESNICKY; WALKER, 2009a; HALLIDAY; RESNICKY; WALKER, 2009b; HALLIDAY; RESNICKY; WALKER, 2009c; HALLIDAY; RESNICKY; WALKER, 2009d). Todos tentavam explicar o universo da sua forma. Nessa época alguns rumores diziam que a Física estaria completa e o universo todo já era conhecido (SCHULZ, 2007). As situações que não se encaixavam ainda nessas teorias, ou que não se conseguia explicar com a Física da época, eram identificados como problemas que seriam resolvidos posteriormente.

Um desses problemas era a *radiação de corpo negro*. Quando o corpo é aquecido, ele emite luz em diversas frequências. Como se explica essa emissão? Os resultados dos experimentos da época não se encaixavam com os modelos da física. Outro problema era o *efeito foto-elétrico*. Quando se joga uma luz em uma placa metálica com uma certa intensidade, a luz faz emitir elétrons dessa placa. Na época, o eletromagnetismo afirmava que a luz é ondulatória. Entretanto, o aumento da intensidade da luz muda sua frequência e, a partir de certo valor, elétrons começam a ser emitidos e, abaixo deste, não há emissão de elétrons.

Existia uma explicação sobre o comportamento da luz; de como ela deveria interagir

com a matéria. Ao imaginar a luz como uma onda, era natural pensar que ela poderia entrar em ressonância com os elétrons e, neste caso, eles deveriam sair em qualquer intensidade. Porém, no laboratório, ao se fazer o experimento com a luz e o metal, a previsão de uma certa quantidade de luz em uma certa frequência não batia com as medições do laboratório. Neste caso, uma experiência empírica estava negando o modelo teórico.

Os físicos da época acreditavam que esses problemas eram simples de se resolver, apesar de não se ter resposta até então. Por isso, se falava que essas eram “duas pequenas nuvens no céu azul”. E ainda que “o tempo mostrou que essas duas pequenas nuvens viraram uma tempestade e o céu ficou cinza” (SCHULZ, 2007). Uma frase famosa atribuída a Lord William Thomson Kelvin (1824-1907) considera que a física do século XX seria apenas uma mudança na casa decimal.

Em 1901, Max Planck (1858-1947) resolveu tentar entender o problema da *Radiação de Corpo Negro* através da criação de um modelo utilizando as regras da Termodinâmica para reproduzir a curva experimental visível nos laboratórios. Utilizando um truque matemático, ele propôs que a luz deveria ser quantizada, feita por pequenos conjuntos de energia, como pequenos pacotes. Essa solução de contorno aparentava-lhe como um truque que ele achava embaraçoso. Porém, ele imaginara que, em algum momento, quando o problema fosse compreendido, esse truque deixaria de ser necessário (ROONEY, 2013). O truque foi feito através de um filamento de uma lâmpada que emite radiação em pequenos pacotes, que mais tarde foi denominado “quanta” (desse nome deriva o termo “quântica”, da Física Quântica). Quando a luz interage com a matéria e esta emite ou absorve a luz, essa emissão ou absorção é feita em pacotes quantizáveis. Essa hipótese se mostrou adequada para os resultados analisados em laboratório. Na época ele considerava isso um efeito virtual; um truque que, uma vez descoberta a lei matemática que a explicasse, seria descartado posteriormente. Cada pacote teria uma energia igual a uma constante vezes a frequência da luz. Essa constante foi denominada *constante de Planck*.

O ano de 1905 é considerado *Annus mirabilis* de Albert Einstein (1879-1955) por ele ter publicado quatro artigos que revolucionaram a física, onde os temas focavam no Efeito Fotoelétrico, no movimento Browniano, na Relatividade Restrita e na Equivalência massa-energia (que apresenta a famosa equação:  $E = mc^2$ ). No primeiro, ele propõe que a luz como uma partícula. Até o momento, a teoria de como a luz funcionava vinha do Eletromagnetismo, ou seja, era interpretada como ondas contínuas. A ideia do fóton veio de Einstein, em 1905. Na relatividade Geral, em 1915, ele também sugere que este fóton é influenciado pela gravidade, provado em 1919 na costa africana<sup>4,5</sup> (ROONEY, 2013).

<sup>4</sup> Prova: O Astrônomo Arthur Eddington (1882-1944), em uma expedição inglesa para a Ilha de Príncipe, na costa africana, observou estrelas com posições conhecidas e que deveria estar, na época, por trás do sol. A observação foi permitida a partir de uma passagem de um eclipse. Porém, as estrelas podiam ser observadas próximas ao sol. Isso demonstrou que o sol distorceu a posição visível da estrela, comprovando que a luz pode ser afetada pelo seu campo gravitacional.

<sup>5</sup> Existe uma vertente histórica que indica que o próprio Einstein, em 1921, teria vindo pessoalmente ao

Em 1905, Albert Einstein fez a comunidade científica repensar sobre qual a natureza da luz. Inicialmente a os estudos Quânticos partiram dessa ideia. Alguns fenômenos específicos eram considerados sem explicação e, por isso, deveriam ser estudados. Dois deles envolviam o comportamento da luz e isso motivou uma pesquisa sobre o filamento da lâmpada por parte do governo alemão. O objetivo era pesquisar um filamento mais eficiente, ou seja, utilizando uma quantidade baixa de energia, a lâmpada deveria brilhar o máximo possível. Essa pesquisa levou à descoberta que cada frequência da luz possui um comprimento de onda que varia com a energia consumida pela sua propagação. A descoberta de Max Planck e as interpretações de Einstein provocaram o início da Física Quântica a partir da dualidade da luz (onda x partícula) e da quantidade de energia necessária para a frequência de onda emitir a luz. O truque de Planck demonstra que ele não tinha o propósito de descobrir uma nova teoria, mas sim de tentar resolver o problema demandado pelo governo alemão. Após a explicação de Einstein sobre a luz em forma de partícula, o truque matemático pressuposto por Planck não era mais um truque, ou seja, ele estava ocorrendo na natureza.

Existem outros experimentos que mostram uma outra realidade em relação à luz. O experimento de fendas é um exemplo que reforça a ideia da luz como uma onda. A luz sofre difração. Quando ela passa por pequenos buracos ela tende a se ampliar. Isso é um efeito ondular. Nessa situação, dois experimentos diferentes traduziam o comportamento da luz de forma diferentes, levando a uma contradição: um como onda e o outro como partícula. Isso despertou a comunidade científica para um evento novo, ou seja, uma nova física e não apenas uma melhoria na décima casa decimal (ROONEY, 2013). Este experimento é tratado na [subseção 6.4.2](#).

## 6.4 A Mecânica Quântica

Apenas em 1925 na chamada nova Mecânica Quântica (ou apenas Mecânica Quântica<sup>6</sup>) há uma compreensão do que estava acontecendo; uma explicação correta e completa. Um dos primeiros a explicar foi um francês, Louis de Broglie (1892-1987). Ele propôs a ideia conhecida na história da física como dualidade onda-partícula (ROONEY, 2013). Todos os corpos microscópicos possuem uma característica: por algum momento eles se comportam como uma onda e por outros uma partícula. Isso foi uma extensão do que o Einstein fez com a luz. O experimento de dupla fenda (ou *experimento de Young*) demonstra essa teoria. Ao passar pelas duas fendas a luz provoca um padrão de interferência que é percebido numa chapa como faria uma onda, ou seja, contendo pontos onde as ondas

---

Brasil, em Sobral, no Ceará, para comprovar essa teoria, mas isso não foi confirmado até a publicação do presente trabalho.

<sup>6</sup> Para os estudiosos da História da Física Quântica, os anos entre 1905 e 1925 são considerados como velha Mecânica Quântica, uma época que a comunidade científica tentava entender o que ocorria nos experimentos.

se cancelam e outros pontos onde as ondas se somam. Então ou experimento parecido foi feito com eletrons, que se imaginavam como partículas. Esse experimento também se mostrou como ondas. O espectro foi percebido mesmo enviando eletrons individualmente.

Há uma interpretação que indica que o eletron passa pelas duas fendas ao mesmo tempo. Em um experimento simples utilizando um prisma recebendo um raio de luz solar, pode-se perceber uma refração da luz branca em diversas cores, formando um arcoiris. Se cada variação da cor da luz for medida, ou seja, se o arcoiris for ampliado, algumas linhas pretas serão notadas dentro deste arcoiris. Exatamente nessas cores não há luz do arcoiris. O contínuo do arcoiris é interrompido em alguns locais por uma linha escura, ao longo de todo o espectro. Ao se pegar um gas puro (Ex.: hidrogênio) e fazer algumas descargas elétricas nele, é possível observar que as moléculas começam a soltar luz, como uma lâmpada. Essa luz pode ser incidida em um prisma para que ela seja decomposta em um arcoiris. Só existem algumas cores naquela luz, e bem específicas para cada elemento. Isso não faz sentido de acordo com o eletromagnetismo clássico. Era para o átomo soltar um contínuo de cores como o arcoiris. A maior parte do espectro na verdade é escuro. Só existe algumas cores em cada componente. Isso ficou sem explicação, até que o físico dinamaques Niels Bohr (1885-1962) resolveu esse problema ampliando o experimento feito pelo físico e químico neozelandês Ernest Rutherford, que estudava a estrutura atômica para conhecer a estrutura da matéria.

Na época, a matéria era imaginada como algo contínuo. O experimento de Rutherford constituia de atirar radiação alfa em uma folha de ouro. A maior parte das partículas atravessavam a folha, mas uma certa parte desviava sua trajetória e algumas até voltavam para traz. A interpretação do Rutherford foi de que deveria existir um núcleo atômico no meio com os eletrons em volta. A maior parte então seria de espaço vazio. Quando a partícula alfa passa no meio, ela não bate na folha. Quando ela passa perto do núcleo, ela desvia. Quando ela bate no meio, ela volta. O Niels Bohr utilizou essa ideia juntamente com a ideia das cores, das linhas espectrais, e chegou a uma descrição: o átomo possui um núcleo no centro e os eletrons em volta, mas esse eletron não pode estar em qualquer lugar. Ele só pode assumir certas órbitas específicas e, quando ele pula de uma órbita para outra, ele emite luz (ROONEY, 2013). O modelo atômico conhecido, que é baseado nos anéis de saturno é alterado para o modelo de átomo de Bohr. Este modelo apresenta um centro com prótons e neutrons e vários eletrons orbitando como planetas ao redor de uma estrela. Porém, eles não estão em órbitas, mas sim em orbitais; existem áreas onde eles estão mais propícios a serem encontrados (ROONEY, 2013).

É importante observar que as interpretações dos cientistas são feitas a partir de um experimento mental para facilitar o entendimento. Os modelos (imaginários) as vezes se encaixa bem no que está acontecendo, como o caso das órbitas, mas com o tempo se descobre outras coisas e o modelo pode mudar. As vezes o modelo não está essencialmente

correto, mas captura algo importante. O modelo do Bohr utilizou dois conceitos para criar um novo. O salto quântico emite uma energia específica que dá a diferença entre as duas órbitas e, assim, emite uma luz numa determinada frequência. Isso explica o espectro com apenas algumas linhas de cores, pois essa é a energia emitida pela diferença entre algumas orbitas daquele átomo específico. Assim, o modelo do Bohr explica duas ideias: o modelo do átomo possui, na maior parte, um espaço vazio e as linhas espectrais observadas são fixas e mantém o elétron em uma distância fixa do núcleo. O elétron não pode ser encontrado fora das linhas bem definidas que ficam nas órbitas; os elétrons só podem ser encontrados em certos estados específicos.

### 6.4.1 A noção não intuitiva da Mecânica Quântica

As investigações científicas provenientes da Física Clássica em geral são observadas através da experiência humana. Muitas dessas investigações são voltadas para o entendimento dos elementos fundamentais que formam os objetos físicos. O átomo foi considerado durante muito tempo esse elemento indivisível que forma todas as coisas. A partir da década de 1930 o modelo do átomo passou a consistir de um núcleo com prótons e nêutrons envolvido por elétrons orbitantes (GREENE, 2001). Até esse ponto essas observações pareciam ser confortáveis à visão que se tem da realidade, pois tudo parecia ser, de certa forma, explicado através de equações que se originaram da física clássica. Entretanto, o avanço tecnológico possibilitou a descoberta de novas divisões nesses elementos microscópicos e alguns comportamentos observados nesse mundo passaram a não ser mais explicado pela física clássica.

Enquanto a intuição humana e a sua expressão por meio da física clássica supõem uma realidade em que as coisas são definitivamente *ou* de uma maneira *ou* de outra, a mecânica quântica descreve uma realidade em que por vezes as coisas flutuam em um estado nebuloso, em que são em parte de uma maneira e em parte de outra. As coisas só alcançam a sua definição quando uma observação adequada as força a abandonar as possibilidades quânticas e fixar-se em um resultado específico. (...) Só podemos prever a *probabilidade* de que as coisas aconteçam desta ou daquela maneira. (GREENE, 2005)

A função do observador (ou sujeito) neste caso parece provocar uma mudança ou até a própria definição da realidade. Essa estranheza é uma característica intrínseca da mecânica quântica, que decorre de fenômenos observados nesse mundo microscópico.

A Física Newtoniana apresenta uma equação que explica o movimento dos corpos:  $F = m * a$ . Isso explica o funcionamento das partículas observadas pela Mecânica Clássica, ou seja, o conhecimento sobre uma série de interações, ou forças aplicadas a um corpo, poderia dar o caminho que o corpo deveria fazer. O físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) utiliza a mesma ideia em sua equação, que representa o movimento de uma

partícula microscópica no mundo quântico. Entretanto, quando um elétron é jogado em uma parede, a equação que traz o seu nome mostra a probabilidade de uma partícula ser medida em alguma grandeza. Na física clássica as coisas seguem uma trajetória; são mais determinísticas. É possível desenhar uma linha que indique a trajetória de um corpo. Na física observada por Schrödinger, isso não existe. A equação indica a probabilidade de encontrar a partícula em qualquer posição do espaço. Considerando o modelo atômico com elétrons ao redor do núcleo, observa-se que há uma área (uma nuvem) em que existe uma probabilidade de o elétron estar em algum lugar deste ponto. A localização exata do elétron não é conhecida como ocorre em uma visão clássica. Na Mecânica Quântica existe uma incerteza fundamental: o elétron é uma entidade estendida; está em vários lugares ao mesmo tempo; A partícula só é observada de fato em algum lugar quando ela é medida.

## 6.4.2 Características Quânticas

O fato de a natureza observada no mundo quântico não respeitar a noção que temos da realidade no mundo macroscópico dificulta a compreensão. O experimento de [Davisson e Germer \(1928\)](#) demonstra uma dessas características do mundo microscópico: ao se disparar um feixe de elétrons contra uma barreira contendo duas fendas de forma que os elétrons as atravessem até atingir uma tela de fósforo, o padrão produzido nessa tela possui características ondulatórias. A natureza observada através da física clássica indicaria que a tela de fósforo produziria apenas duas faixas brilhantes no detector ([GREENE, 2005](#)).

Fenômenos como esse fazem parte da natureza observada no mundo quântico. Outros fenômenos são descritos a seguir.

### 6.4.2.1 Princípio da Incerteza

A função proposta por Schrödinger indica a probabilidade de o elétron estar aqui ou ali. Ela diz quais são as regiões mais prováveis de se encontrar o elétron. Quando o elétron é medido, essa função de onda vai se colapsar de forma totalmente concentrada no lugar onde achou o elétron. Esse é o *princípio da incerteza*. O gato de Schrödinger é um exemplo desse princípio. Dentro do paradigma moderno da Mecânica Quântica, antes de se medir a localização de uma partícula, ela de fato estava em todas as posições. O experimento mental do gato de Schrödinger consiste de uma caixa completamente fechada com um gato e um átomo que pode decair a qualquer momento dentro da caixa. O fenômeno do decaimento é um fenômeno quântico. Não se sabe quando isso vai ocorrer. Só se sabe dizer que existe uma probabilidade disso ocorrer. Quando isso ocorrer o gato morre. Como não se sabe quando isso irá ocorrer, o gato está em uma superposição entre o estado de vivo e de morto. Essa expressão não é só filosófica porque existe uma definição matemática precisa para isso. Não é uma ideia abstrata. Há uma equação que mostra a superposição do experimento. O experimento da dupla fenda também mostra essa característica da

incerteza. A função de estaria passando pelas duas fendas e uma está interagindo com ela própria. O elétron é jogado em uma direção, mas não se sabe qual fenda ele passa. O elétron pode ter desviado no meio do caminho. Ele estará construindo um espectro onde ele passa em uma fenda e na outra. Quando se mede com um detector em cada uma das duas fendas, o padrão de interferência é destruído e a frequência apresentada é tal qual uma partícula. Ou seja, o resultado muda com a observação.

O movimento dos elétrons ao passar pelas fendas demonstrado no experimento da dupla fenda possui um comportamento análogo a uma onda. Esse comportamento levou a Max Born (1882-1970) propor que essa onda seria uma *onda de probabilidade*. A ideia é usar equações matemáticas para calcular a onda de probabilidade da localização da partícula de forma que se possa calcular a probabilidade da posição dessa partícula. Isso decorre que a onda que passa pelas fendas no experimento são as ondas de probabilidade da localização da partícula. Considerando que cada partícula possui uma onda de probabilidade, o padrão demonstrado na tela de fósforo seria equivalente a várias faixas brilhantes.

O comportamento dessas partículas microscópicas leva a observação de que elas não possuem localização definida até o momento em que elas sejam medidas, ou seja, elas não têm posição definida antes da medição. No mundo quântico isso é possível.

Ao medirmos a posição do elétron, não estamos medindo um dado objetivo e preexistente da realidade. Em vez disso, o ato de medir está profundamente envolvido com a criação da própria realidade que está sendo medida. (GREENE, 2005)

Brian Greene, em seu livro *O Tecido do Cosmo*, descreve uma visão bem intuitiva do Princípio da Incerteza cunhado em 1927 por Werner Heisenberg. Ele explica que “quando medimos a posição de um objeto qualquer, em geral interagimos com ele de alguma maneira” (GREENE, 2005). A observação de um objeto físico, ocorre quando uma luz qualquer é emitida ao objeto e este reflete parte dessa luz. A luz refletida é então captada pelos olhos, de onde o sujeito percebe algumas propriedades desse objeto (como cor, tamanho, etc). O fato da luz ser emitida até o objeto não provoca alteração aparente nele, mas em escalas microscópicas a luz pode provocar alterações na posição ou na velocidade de uma partícula.

Quanto maior for a precisão para identificar a posição de uma partícula maior será a intensidade do raio de luz no elétron, alterando assim sua velocidade. Por outro lado, medindo-se a velocidade de uma *onda de probabilidade* de uma partícula, supõe-se que está se medindo a velocidade da própria partícula, porém sua localização será desconhecida. O *Princípio da Incerteza* diz que o conhecimento de algumas propriedades de uma partícula quântica compromete o conhecimento de outras propriedades, ou seja, se a posição de um elétron for conhecida com precisão, a sua velocidade não é, e vice-versa.

### 6.4.2.2 Decoerência

Ao observar uma única partícula no experimento das duas fendas e calcular sua onda de probabilidade tem-se os possíveis caminhos que essa partícula pode percorrer até atingir a tela de fósforo. Esse experimento demonstra que uma trajetória possível da partícula possui uma relação de interferência com as outras trajetórias possíveis, ou seja, as diferentes trajetórias prováveis de um elétron que passa pela fenda interfere nas diferentes demais trajetórias prováveis desse elétron. Essa interferência pode aumentar ou diminuir a probabilidade da localização de um elétron em um determinado ponto, o que provoca o padrão de faixas na tela de fósforo. Isso é contra intuitivo, pois a observação natural de um sujeito revela que a trajetória de um objeto independe de outras trajetórias caso o experimento venha a ser repetido. Entretanto, a percepção do sujeito está alinhada com a física clássica, onde não há interferência entre as diferentes histórias possíveis da trajetória do objeto que é observado.

A diferença significativa entre a noção de probabilidade da física clássica e da mecânica quântica é que a última é sujeita à interferência e a primeira não é. (GREENE, 2005)

O motivo de um sujeito não observar essa interferência está basicamente no tamanho das coisas que são perceptíveis por esse sujeito, ou seja, a função de onda dos objetos de maiores escalas é afetada por diversas partículas existentes no mundo dos sistemas macroscópicos. Assim como a observação da posição da partícula através de um mecanismo de medição interfere na função de onda de sua trajetória, os objetos do mundo macroscópico estão constantemente recebendo interferência das coisas em sua volta. A essa quebra da função de onda dá-se o nome de *decoerência*.

Greene descreve a *decoerência* (ou *descoerência*) utilizando o experimento do gato de Schrödinger, onde um gato é colocado em uma caixa isolada do ambiente externo e que contém uma armadilha que pode ser disparada por um conjunto de átomos caso algum deles decaia, liberando assim um veneno que mata o gato:

A descoerência sugere que, muito antes de abirmos a caixa, o ambiente já fez bilhões de observações que, de maneira praticamente instantânea, convertem todas as misteriosas probabilidades quânticas nas suas corriqueiras correspondentes clássicas. (GREENE, 2005, p.249)

### 6.4.2.3 Superposição

O estado em que o gato de Schrödinger se encontra dentro da caixa antes dela ser aberta é chamado de *Estado de Superposição*, onde não houve a decoerência e o gato está em um estado misto de vivo e morto ao mesmo tempo.



Estes estados quânticos das partículas subatômicas (...) apresentam em sua natureza uma incerteza inerente aos modelos probabilísticos, e somente são persistidos após o processo de decoerência que resulta no decaimento do estado de superposição para um estado único. (LIMA-MARQUES, 2011, p.5, tradução do autor)

O *Estado de Superposição* caracteriza-se, então, pelo instante em que todas as possibilidades são possíveis. Esse estado só é alterado após uma medição, que decorre da observação.

#### 6.4.2.4 Emaranhamento

Assim como a velocidade e a localização – observados no *Princípio da Incerteza* (seção 6.4.2.1) –, outra propriedade da partícula quântica é o *spin*, ou seja, a rotação que essa partícula faz em torno de um eixo no sentido horário ou anti-horário. Essa propriedade também possui sua onda de probabilidade, onde a medição do *spin* de uma partícula em um eixo específico possui a probabilidade de 50% estar girando no sentido horário ou no anti-horário. Da mesma forma que ocorre com as outras propriedades, a medição do *spin* decorre no colapso de onda, persistindo assim a observação de um único estado: horário ou anti-horário. Além disso, a observação de uma partícula em torno de um eixo específico impossibilita a medição desta partícula em torno de outro eixo, assim como ocorre entre as propriedades velocidade e localização.

No início da década de 1970, o físico francês Alain Aspect (1947-) demonstrou através de um experimento que duas partículas de mesmas características (por exemplo, dois elétrons) podem manter uma relação, onde o valor medido de uma propriedade em uma das partículas é o mesmo medido na outra partícula. O experimento consiste na seguinte explicação dada por Greene (2005):

Dois detectores foram colocados a uma distância de treze metros um do outro e um recipiente com átomos de cálcio energizados foi posto a meio caminho entre eles. A física bem estabelecida demonstra que cada átomo de cálcio, ao retornar ao seu estado normal, de menor energia, emite dois fótons que viajam em direções opostas e cujos *spins* são perfeitamente correlacionados (...). Sempre que as configurações dos detectores são as mesmas, as medições dos fótons revelam que seus *spins* são perfeitamente alinhados.

Esse experimento demonstra que as partículas equidistantes possuem um estado de *emaranhamento quântico*, onde a medição de uma das propriedades de uma partícula interfere na onda de probabilidade da outra partícula. Como o colapso de onda é imediato, não importa a distância entre as partículas, o resultado será o mesmo.

### 6.4.3 O uso da Teoria Quântica nos dias atuais

A Mecânica Quântica é a teoria que tenta entender como o universo funciona microscopicamente. Esse universo possui todas essas características não intuitivas para o mundo percebido pelo sujeito. Entretanto, a tecnologia utiliza muitos conceitos da Mecânica Quântica atualmente.

A ressonância magnética é um exemplo de aplicação feita a partir dos estudos da Mecânica Quântica. Uma característica das partículas quânticas é o *spin*, ou seja, o efeito de rotação intrínseca da partícula que não pode ser retirada. A ressonância magnética utiliza-se de uma espécie de ímã que se relaciona com o spin das moléculas de água, girando-as para uma única direção. Quando o ímã é desligado, elas voltam a se misturar. Essa mistura provoca um padrão de energia que a máquina detecta para construir o corpo internamente.

### 6.4.4 A Informação Quântica

Utilizando a definição matemática da informação de [Shannon \(1948\)](#), [Lloyd \(2008\)](#) afirma que a Mecânica Quântica estuda as consequências da natureza digital do universo, ou seja, estuda a comunicação e a computação em seu nível físico mais fundamental.

“Quando usado em um sentido amplo, a informação é dados, mensagens, significado, conhecimento, etc. Usada no sentido mais específico da teoria da informação, a informação é uma quantidade que pode ser medida em bits”. ([LLOYD, 2009](#))

O conceito de *informação* na Mecânica Quântica é definido por [Lloyd \(2010\)](#) como sendo a entropia de Boltzman. Lloyd constrói um conceito de *informação quântica* a partir do *bit quântico* (ou “qubit”), fazendo uma analogia ao *bit* de informação.

Bit: A unidade fundamental de informação, representando a distinção entre dois estados possíveis, convencionalmente chamados de 0 e 1. A palavra “Bit” também é usada para se referir a um sistema físico que registra um bit de informação. (...) Bit Quântico: Um bit registrado por um sistema mecânico quântico, como um átomo, fóton, ou spin nuclear. Um bit quântico, ou “qubit”, tem a propriedade de que ele pode existir em uma superposição quântica de estados 0 e 1. ([LLOYD, 2010](#), tradução do autor)

Percebe-se que a propriedade quântica da *superposição* distingue o *bit* clássico do *qubit* (quântico). Essa propriedade garante que o *qubit* possa adquirir os valores clássicos ‘0’, ‘1’ ou qualquer superposição deles.

A quantidade de informação de um conjunto de partículas de um gás ideal é medida então a partir do cálculo da entropia de Boltzman:  $S = k \log W$ , onde  $W$  são os possíveis

estados do sistema e  $k$  é a constante de Boltzman, ou seja,  $1,3806505 \cdot 10^{-23} \cdot J/K^{-1}$  (LLOYD, 2009; LIMA-MARQUES, 2011). A utilização de dígitos binários como estados possíveis leva a utilização da base logarítmica 2, ou seja:

$$S = k \ln 2 \log_2 W$$

onde:

- $k$  = constante de Boltzman.
- $\log_2 W$  = informação.
- $k \ln 2$  = mínimo de informação.

A ideia de *informação* observada por Lloyd (2009) e Lima-Marques (2011) é semelhante à ideia de *informação* na Ciência da Computação. A relação entre a Mecânica Quântica e a Ciência da Informação a partir dessa ideia específica de *informação* Física possibilita a alguns autores sugerir a criação de uma área específica de pesquisa, apresentada na próxima seção.

#### 6.4.5 A Ciência da Informação Quântica

A observação das características quânticas e a identificação de comportamentos de partículas microscópicas alinhado a uma analogia computacional da *informação* está levando a um estudo teórico que, embora não proporcione uma conciliação da mecânica quântica com a relatividade geral nas menores escalas, sugere uma ligação entre essas duas grandes teorias: elas estão intimamente ligadas à ciência da informação – os '0' e '1' do Universo (MOYER, 2012).

A observação do universo como um computador (LLOYD, 2010) proporciona pesquisas de aplicações tecnológicas que fascinam: criptografias quânticas, teleporte de partículas, algoritmos para computadores quânticos, etc. Entretanto essa observação pode ofuscar questões mais profundas que estão surgindo em busca de princípios para compreender o mundo.

A Mecânica Quântica é uma disciplina relativamente nova na Física. Cientistas que a estudam parece conhecer as regras observadas no mundo quântico, mas os princípios heurísticos de alto nível parecem ainda não serem conhecidos (NIELSEN, 2002). A analogia feita por Nielsen (2002) de um jogador de xadrez inexperiente que conhece as regras do jogo, mas ainda não o domina, sugere uma necessidade da comunidade científica em compreender o mundo através de uma visão de alto nível, uma visão que investiga questões profundas e novas sobre a relação entre unidades clássicas e quânticas da *informação*.

Essas investigações filosóficas feitas por físicos e cientistas da informação estão se convergindo em uma área comum que observa a *informação* como a essência do Universo: a

*Ciência da Informação Quântica*. Essa ciência parte de um conjunto de elementos essenciais formulados no estudo da informação clássica, como uma entidade física que possibilite sua codificação (os *bits*, por exemplo, da informação clássica), uma tarefa de processamento da *informação* (que usa a entidade física) e a identificação de critérios que verifiquem o sucesso desse processamento (NIELSEN, 2002). A natureza quântica oferece agora um conjunto de características que enriquecem esses elementos, como o estado de *superposição* e a manipulação da *informação* por *emaranhamento*.

Nielsen (2002) descreve o estudo da *Ciência da Informação Quântica* como uma topografia de um campo novo onde os cientistas estariam compreendendo processos simples, como a criptografia quântica e a teleportação, mas que alguns fenômenos complexos seriam mais difíceis de se compreender:

Um esforço para transpor o fosso entre o simples e o complexo está em tentar elaborar uma teoria abrangente de emaranhamento análoga à teoria de energia em que se constitui a termodinâmica. (NIELSEN, 2002)

Nielsen (2002) considera que o desenvolvimento da teoria do *emaranhamento* é uma abordagem “de baixo para cima”, ou seja, que parte de questões relativamente simples de ser compreendida e gradualmente passa a entender fenômenos mais complexos. Uma vez que a natureza quântica dificilmente é compreendida intuitivamente, a compreensão primeira de questões mais simples parecem ser adequadas para o progresso da *Ciência da Informação Quântica*. Pesquisas que envolvem a busca por uma entidade física da *informação quântica* podem partir da distinção das coisas:

“Informação significa distinções entre as coisas”, explicou o físico Leonard Susskind, da Stanford University, (...) “É um princípio muito básico da física: distinções nunca desaparecem. Elas podem ficar embaralhadas ou todas misturadas, mas nunca desaparecem”. Mesmo depois que essa revista se dissolver em celulose na usina de reciclagem, a informação contida nessas páginas será reorganizada, não eliminada. Em teoria, essa reorganização pode ser revertida, (...) mesmo que, na prática, a tarefa pareça impossível. (MOYER, 2012)

A evolução dessa ideia em que a *informação* de uma coisa é distinta de outra leva a observação de *espaços de informação*, tal qual a ideia observada na Teoria Geral da Arquitetura da Informação (LIMA-MARQUES, 2011). Se a *informação* pode ser medida pela entropia (SHANNON, 1948) e pode-se estabelecer *espaços de informação*, é natural se pensar que existe limite de capacidade de armazenamento de informação em uma região específica do espaço. Susskind descreve esse limite em sua teoria do princípio holográfico: “O limite holográfico limita a quantidade de entropia que pode estar contida na matéria e energia presentes num dado volume de espaço” (BEKENSTEIN, 2003). A utilização da entropia como a *informação* contida na matéria se assemelha a ideia utilizada na Segunda

Lei Generalizada ou GSL (*de Generalized Second Law* da termodinâmica de [Bekenstein \(2003\)](#)).

O estudo sobre o armazenamento decorre em questões sobre o processamento da *informação*, que pode ser otimizado por algoritmos quânticos:

Quantos passos computacionais são necessários para encontrar os fatores primos de um número de 500 dígitos? O melhor algoritmo clássico conhecido necessita de cerca de  $5 \times 10^{24}$  passos, ou cerca de 150 mil anos, a uma velocidade de terahertz. Empregando inumeráveis estados quânticos, o algoritmo de fatoração quântica necessita de apenas  $5 \times 10^{10}$  passos, ou menos de um segundo, a uma velocidade de terahertz. ([NIELSEN, 2002](#))

Esse é um dos inúmeros exemplos que demonstram a eficiência de algoritmos quânticos em relação aos algoritmos clássicos. A observação, porém, mais adequada neste contexto é que isso decorre de uma tarefa de processamento de *informação quântica*. A diferença entre essa tarefa para um processamento clássico é que os cálculos deste são feitos em sequência, enquanto que em um processamento quântico pode-se usar alguns *qbits* no estado de *superposição* representando vários valores e executando o cálculo em um único passo.

Não é difícil de se imaginar exemplos de entidade física, processamento e armazenamento de *informação* quântica equivalentes à clássica. Entretanto, o *emaranhamento* – provavelmente a característica mais curiosa da Mecânica Quântica – fornece ideias interessantes sobre o *teleporte* de *informação*. Considerando que, em teoria, essa característica independe de distância e de meio físico, duas partículas equidistantes e *emaranhadas* podem *teleportar informação* sem a necessidade de transferência de energia ou de matéria. Essa comunicação quântica à distância difere do modelo de [Shannon \(1948\)](#), que possui meio físico e transferência de *informação* quântica, eliminando assim o ruído apresentado nesse modelo.

Essas ideias estão construindo discussões científicas entre físicos, matemáticos, cientistas da computação e da informação e até mesmo biólogos, cosmólogos, etc. Essas discussões que propõem entender o mundo em sua essência são o que forma a *Ciência da Informação Quântica*.



## 7 Uma classificação multidimensional

José María Díaz Nafria dedicou sua formação acadêmica na Espanha, onde se tornou bacharel em Filosofia pela Universidad Nacional de Educación a Distancia, mestre em Engenharia de Telecomunicações pela Universidade do País Basco e Doutor em Engenharia de Telecomunicações pela Universidad Politécnica de Madrid. Atualmente ele trabalha como professor associado em Tecnologia da Informação e Comunicação pela Universidad Alfonso X el Sabio, em Madrid; é co-fundador e co-diretor do grupo de pesquisa BITrum para uma elucidação Interdisciplinar do conceito de informação; é membro do Centro Internacional para a Ética da Informação (ICIE); e faz parte do grupo de pesquisa *Unified Theory of Information* (UTI), junto com Wolfgang Hofkirchner.

Em seu artigo “*What is information? A multidimensional concern*”, Nafria faz uma investigação histórica sobre o uso da informação, que passa pelas suas raízes gregas até sua “formalização científica” na Teoria Matemática da Comunicação de Shannon. A partir daí, ele apresenta algumas teorias científicas colhidas em diversas áreas do conhecimento que estão diretamente envolvidas com o uso do conceito de *informação*. A forma que o autor expõe este percurso caracteriza um problema que ele chamou de “instabilidade conceitual”, ou seja, em diferentes momentos da história e em diferentes contextos ou grupos de investigação, a ideia do que tem se chamado *informação* varia de um sentido etimológico (que reflete a o que “dá forma”), até o uso no cotidiano para se referir ao “ato de informar” ou a “saber mais sobre alguma coisa”. Ele resume as abordagens da seguinte forma:

Quando se trata de ilustrar as diferentes abordagens para o termo “informação”, tem que ser focado em duas direções principais: por um lado, em direção a suas raízes muito remotas — incluindo os diferentes significados que adquiriu até os dias de hoje; por outro lado, em direção à pluralidade de significados atribuídos por diferentes comunidades científicas e de outros grupos socio-culturais de natureza variada. (NAFRÍA, 2010, p77, tradução livre)

Em suas raízes históricas, o autor apresenta a origem da informação a partir de conceitos gregos também apresentados por Lima-Marques (2011). Esses conceitos foram traduzidos para o latim em um sentido de “dar forma”, tanto a algo material (ligado a um contexto de artesanato) como a algo imaterial (ligado a um sentido moral e pedagógico). Ambos eram sentidos Ontológicos trazidos pela influência grega na cultura romana. Entretanto, segundo o autor, este sentido desapareceu gradualmente com o surgimento e evolução da modernidade:

O significado de “dar forma” será agora remetido a um domínio conside-

rado como mais consistente, denominado consciência. Assim, a antiga objetividade e consistência da “forma” é seguida por uma dependência radical sobre o sujeito que fundamentalmente subjetivou tal forma. (NAFRÍA, 2010, p79, tradução livre)

A mudança do domínio onde se localiza a informação é justificada pelo autor através do paradigma causado pelo Empirismo. Esta escola sustentava que todo o conhecimento do ser humano só pode ser originado na experiência em que ele tem das coisas do mundo. Nessa perspectiva, a “forma” das coisas são estabelecidas a partir do conhecimento, portanto o sujeito é quem determina a forma a partir do que ele conhece e sua relação com o mundo é feita a partir de mecanismos sensíveis.

Mais a frente Nafria resume:

Em um nível ontológico, forma e unidade estrutural perdem importância, enquanto tanto o mundo quanto a consciência tornam-se analíticos, ou seja, idealizados em partes mais elementares. (NAFRÍA, 2010, p79, tradução livre)

Até este ponto da história descrita por Nafria, o domínio da informação foi direcionado para o nível epistemológico. Porém, a partir da ascensão da ciência contemporânea e da Teoria Matemática da Comunicação, a discussão conceitual muda novamente de direção. Nafria enxerga um cenário onde a comunidade científica começa a buscar os blocos fundamentais do mundo através das ciências naturais. Entretanto, isso é feito através de uma “estranha e clandestina tradução” conceitual que tenta preencher um espaço entre a ideia analítica de uma descrição do cosmos, formado por blocos elementares, e as novas descobertas da Mecânica Quântica, Física Estatística e Biologia Molecular. O que Nafria considera estranho é o processo de tradução conceitual da perspectiva empirista para a contemporânea, ou seja, conceitos criados na Termodinâmica, na Mecânica Quântica e na Estatística foram relacionados com a ideia de informação.

Este processo é ilustrado de forma paradigmática no papel teórico interpretado pelo demônio de Maxwell, cuja percepção lhe permite “ser informado”, com a finalidade de alcançar uma ordem que não pode ser explicada sem a sua intervenção. (NAFRÍA, 2010, p.79, tradução livre)

A ideia de *entropia* utilizada por Shannon (1948) coloca a *informação* de volta em um domínio *Ontológico*, porém, segundo Nafria, criando dois movimentos contraditórios na tentativa de definir um conceito: de um lado um modelo de mensurabilidade da *informação* que substitui o ideal analítico mecanicista do *Racionalismo*. De outro lado o critério da medição da *informação* que é limitado ao puramente observado pelo sujeito. No primeiro caso a *informação* é observada no mundo independente do sujeito; no segundo, a *informação* só existe se o sujeito a percebe.



Além dessa formalização trazida pela Teoria Matemática da Comunicação, Nafría ainda lembra que as dimensões semânticas e pragmáticas são consideradas pelas ciências sociais como essenciais no estudo da informação, mas são estranhas à teoria de Shannon. Com isso, o quadro histórico resumido por Nafría chega aos dias atuais em um contexto onde o conceito informação está limitado ao uso e interesse de cada campo teórico.

A proposta de Nafría ao fazer essa contextualização histórica é preparar o leitor para uma proposta de classificação tripla: uma taxonomia das teorias que consideram a informação como algo objetivo, relacional ou subjetivo; uma abordagem dimensional que apresenta as teorias existentes em uma classificação quanto a seus aspectos de conteúdo qualitativo, ou seja, nas dimensões sintáticas, semânticas e pragmáticas; e, por último, uma relação entre as teorias e as disciplinas técnicas, as disciplinas científicas e as disciplinas filosóficas.

Na primeira classificação, o posicionamento das teorias que observam a informação como algo objetivo apontam seu domínio no meio Ontológico, enquanto que as teorias que observam a informação como algo subjetivo apontam seu domínio a uma esfera epistemológica. Na segunda classificação, as teorias “objetivistas” estão mais interessadas ao aspecto sintático da informação, enquanto que as teorias mais “subjetivistas” estão observando os aspectos semânticos e pragmáticos da informação. Na terceira classificação, as disciplinas técnicas e as ciências naturais se relacionam com as teorias mais sintáticas e “objetivistas”, enquanto que as ciências sociais ou humanas e as disciplinas filosóficas se relacionam com as teorias semânticas, pragmáticas e mais subjetivistas (NAFRÍA, 2010, p.88).

Essa visão “multidimensional” da *informação* mostra que este conceito não é apenas multidisciplinar, mas também está presente em diferentes níveis de abstração, ou seja, nas discussões técnicas, científicas e filosóficas observadas na comunidade acadêmica. Isso pode indicar a confusão de interpretações de uma disciplina que está em um nível de abstração que toma emprestado o conceito utilizado por outra disciplina que está em outro nível de abstração. Se a Ciência da Informação for considerada como uma ciência social, ou seja, que observa os aspectos semânticos, pragmáticos e subjetivos da *informação*, utilizar o conceito observado na Teoria Matemática da Comunicação de Shannon em qualquer sentido, seria inadequado, pois esta teoria observa apenas o lado sintático e objetivo da *informação*. Ou seja, “especialistas de diferentes campos falam sobre o mesmo assunto usando palavras diferentes, enquanto em outros casos a mesma palavra é utilizada, mas é entendida com diferentes significados” (NAFRÍA, 2010, p.88).

Isso significa que uma abordagem conceitual proposta por qualquer disciplina que observe a *informação* nas dimensões filosóficas, científicas ou técnicas pode estar limitada a uma posição que impossibilite criar um conceito único que possa ser utilizado por outras disciplinas.



Parte III

Resultados



## 8 Considerações iniciais sobre a proposta

Esta dissertação se propõe a fazer uma caracterização da natureza da *informação* a partir da consideração do referencial ontológico como sugerido na disciplina de Arquitetura da Informação do grupo de Brasília. Essa caracterização é feita a partir de uma perspectiva de visão de mundo proposta inicialmente por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) e depois utilizada por [Siqueira \(2012\)](#).

Na a Revisão da Literatura da [Parte II](#) deste trabalho, é possível identificar uma evolução conceitual da *informação* caracterizada pela abordagem feita em diferentes disciplinas. A *informação* está relacionada com diversos conceitos utilizados na Física, na Ciência da Computação, na Economia, na Biologia, na Biblioteconomia, na Filosofia e em diversas outras áreas de conhecimento que não foi possível incluir neste trabalho. Percebe-se que algumas disciplinas procuram utilizar conceitos similares, como é o caso da Física e da Ciência da Computação. Entretanto, o conceito utilizado por essas áreas estão distante da ideia de *informação* em outras disciplinas, como os que são abordados nas ciências sociais.

É possível perceber que há abordagens objetivas de utilização do conceito, como a Teoria da Informação de [Shannon \(1948\)](#), e uma abordagem filosófica mais subjetiva iniciada pelos conceitos gregos surgidos na Metafísica de Aristóteles ([PESSANHA, 1987](#)). Uma observação parecida foi feita em [Nafria \(2010\)](#). Sua classificação faz uma relação entre a subjetividade/objetividade do uso do conceito nas disciplinas técnicas, científicas e filosóficas. Essa abordagem foi apresentada no [Capítulo 7](#).

As classificações de [Nafria \(2010\)](#), em conjunto com a fundamentação criada por [Siqueira \(2012\)](#), cria uma perspectiva que aponta um problema entre as abordagens feitas por algumas disciplinas no uso do conceito de *informação*: a falta de uma relação de fundamentação entre o uso do conceito e a disciplina científica. Um exemplo disso é o uso do conceito *informação* na Física Quântica, apresentado nas subseções [5.2.1](#), [5.2.2](#), [6.4.4](#) e [6.4.5](#). A relação entre o conceito de *informação* e o *qbit* é construído a partir de uma formalização utilizada na Ciência da Computação, ou seja, o uso do conceito pela Física não emana dos fundamentos filosóficos que originaram a disciplina. Ele se origina a partir de uma outra disciplina da ciência bem mais recente, criada no último século, cuja área de atuação está mais próxima da resolução de problemas de ordem prática do que uma ciência com bases filosóficas milenares.

A investigação construída neste trabalho apresenta um conjunto de conceitos envolvendo a *informação* em diversos níveis de abstração. Em algumas disciplinas é possível observar uma relação conceitual da *informação* com um conceito proveniente

de suas bases fundamentais, mas também há disciplinas que não possuem essa relação. Como será apresentado nos resultados, isso é um problema. Uma atuação prática no nível da Tecnologia pressupõe a existência de um embasamento teórico-científico. Um modelo ou teoria apresentada por uma ciência pressupõe uma base epistemológica compatível. Uma epistemologia nasce a partir de um referencial filosófico adequado. Uma referência filosófica só se apresenta após a definição de postulados ou após a formulação de algumas conjecturas.

A Ontologia se apresenta como sendo o nível mais fundamental. É a partir de uma Ontologia que se torna possível o referencial fenomenológico resultante do debate entre as duas posições extremistas apresentado em [Siqueira \(2012\)](#): o Racionalismo e o Empirismo.

A falta de um embasamento teórico torna a prática meros movimentos de tentativa e erro, tal qual um artesão que aprende com a experiência. A ausência de uma epistemologia adequada torna uma ciência confusa e de difícil comunicação entre os que atuam nela. Este foi o problema da Arquitetura da Informação identificado em [Siqueira \(2012\)](#), pelo qual levou o autor a uma caracterização científica da disciplina.

É com base nessa caracterização que se constrói os resultados indicados nesta dissertação. A fundamentação da disciplina apresentada em [Siqueira \(2012\)](#) mostrou a necessidade de uma adequação na visão de mundo utilizada neste trabalho – e em outros produzidos pelo grupo de Brasília. Esta adequação é explicada no [Capítulo 9](#). Com isso, uma nova perspectiva influenciada por [Nafria \(2010\)](#) possibilita uma convergência conceitual apresentada no [Capítulo 10](#). Finalmente, no [Capítulo 11](#), propõe-se uma alteração no modelo Ontológico criado em [Siqueira \(2012\)](#).

## 9 Uma proposta de visão de mundo

Considerando a visão de mundo ( $M^3$ ) proposta por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#), as disciplinas que utilizam o conceito de *informação* em suas bases epistemológicas podem ser classificadas de acordo com o seu nível de abstração, do mesmo modo como sugerido por [Nafria \(2010\)](#), abordado no [Capítulo 7](#).

O modelo  $M^3$  utiliza apenas 3 níveis de abstração:

- Primeiro nível: o metanível, onde estão situadas as discussões epistemológicas criadas a partir de uma filosofia da ciência, gerando paradigmas (na definição de [Kuhn \(1998\)](#));
- Segundo nível: o nível do “objeto”, com discussões científicas que geram teorias e modelos;
- Terceiro nível: e o “nível mais baixo”, relacionado com a técnica, no qual utiliza os modelos para resolver problemas práticos.

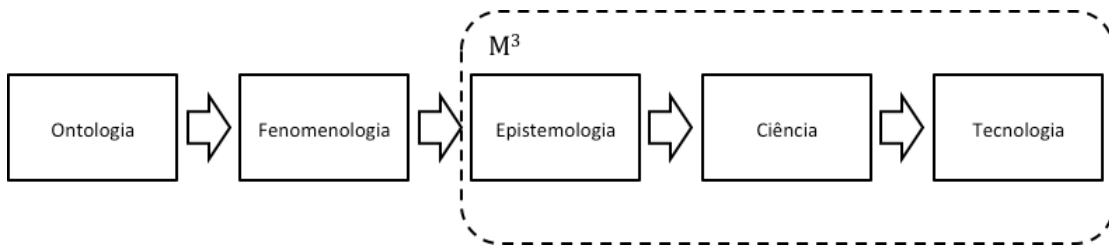
O trabalho de [Siqueira \(2012\)](#) também utiliza como visão de mundo o modelo de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#). O objetivo de Siqueira em sua tese é apresentar os fundamentos filosóficos, científicos e tecnológicos para caracterizar a disciplina de Arquitetura da Informação como uma ciência. Em sua fundamentação filosófica, Siqueira separa os problemas em três níveis: Ontologia, Fenomenologia e Epistemologia.

A ontologia trata os problemas do ente (sujeitos e objetos). A fenomenologia trata os problemas do ser e do fenômeno. A epistemologia trata os problemas do conhecimento. A relação entre ontologia, fenomenologia e epistemologia é, entretanto, bidirecional. Para Heidegger, uma discussão sobre a ontologia somente é possível através da fenomenologia, já que o Ser é aquele que pergunta sobre a existência. Este perguntar do Ser sobre a natureza do “ser” é que dá origem à epistemologia. ([SIQUEIRA, 2012](#))

[van Gigch e Pipino \(1986\)](#) já consideravam o nível que trata a filosofia da ciência como um “meta-metanível”, o que deduz um nível superior de abstração, mas isso não é detalhado em seu artigo. Contudo, em uma releitura da Tese de [Siqueira \(2012\)](#), percebe-se uma necessidade de ampliar o metanível da  $M^3$ , e posicionar — de forma mais adequada — os problemas em novos níveis de abstração. Na [Figura 3](#), tem-se o modelo apresentado em [Siqueira \(2012\)](#).

[Siqueira \(2012\)](#) adota um referencial teórico baseado na *Fenomenologia* e, por isso, considera este como sendo o nível filosófico entre a *Ontologia* e a *Epistemologia*. Entretanto, esta foi uma posição escolhida por aquele autor. Portanto ela não é a única. O capítulo 4 de sua tese relata um contexto histórico da Ciência que apresenta diversas

Figura 3: Metamodelo proposto para a disciplina de Arquitetura da Informação.



Fonte: Adaptado de [Siqueira \(2012, p. 197\)](#).

escolas filosóficas que investigam a natureza do conhecimento humano. Entre elas, há o “debate epistemológico” entre o *Racionalismo* e o *Empirismo*.

Nessa perspectiva, o nível da Fenomenologia, de uma forma mais abrangente, trata das questões relativas à Filosofia da Ciência, ou seja, é o nível do referencial teórico de natureza filosófica. Este nível recebe os postulados estabelecidos no nível *Ontológico* (nível superior de abstração filosófica) e apresenta as bases teóricas para uma discussão epistemológica (nível inferior de abstração filosófica).

Com essa nova abordagem, propõe-se uma adaptação ao modelo  $M^3$  de forma a representar essa visão de mundo em uma perspectiva mais clara — o que será útil para os outros resultados apresentados. Essa adaptação é caracterizada pela [Figura 4](#) e apresenta-se como o primeiro resultado deste trabalho.

A adaptação proposta ao modelo  $M^3$  é mais adequada à disciplina de Arquitetura da Informação, pois abrange todos os níveis de abstração caracterizados por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) na disciplina de Sistemas de Informação – o que tem sido largamente utilizado como visão de mundo nos trabalhos produzidos pelo grupo de Brasília –, mas também contempla os níveis fundamentais para a caracterização da disciplina apresentados em [Siqueira \(2012\)](#).

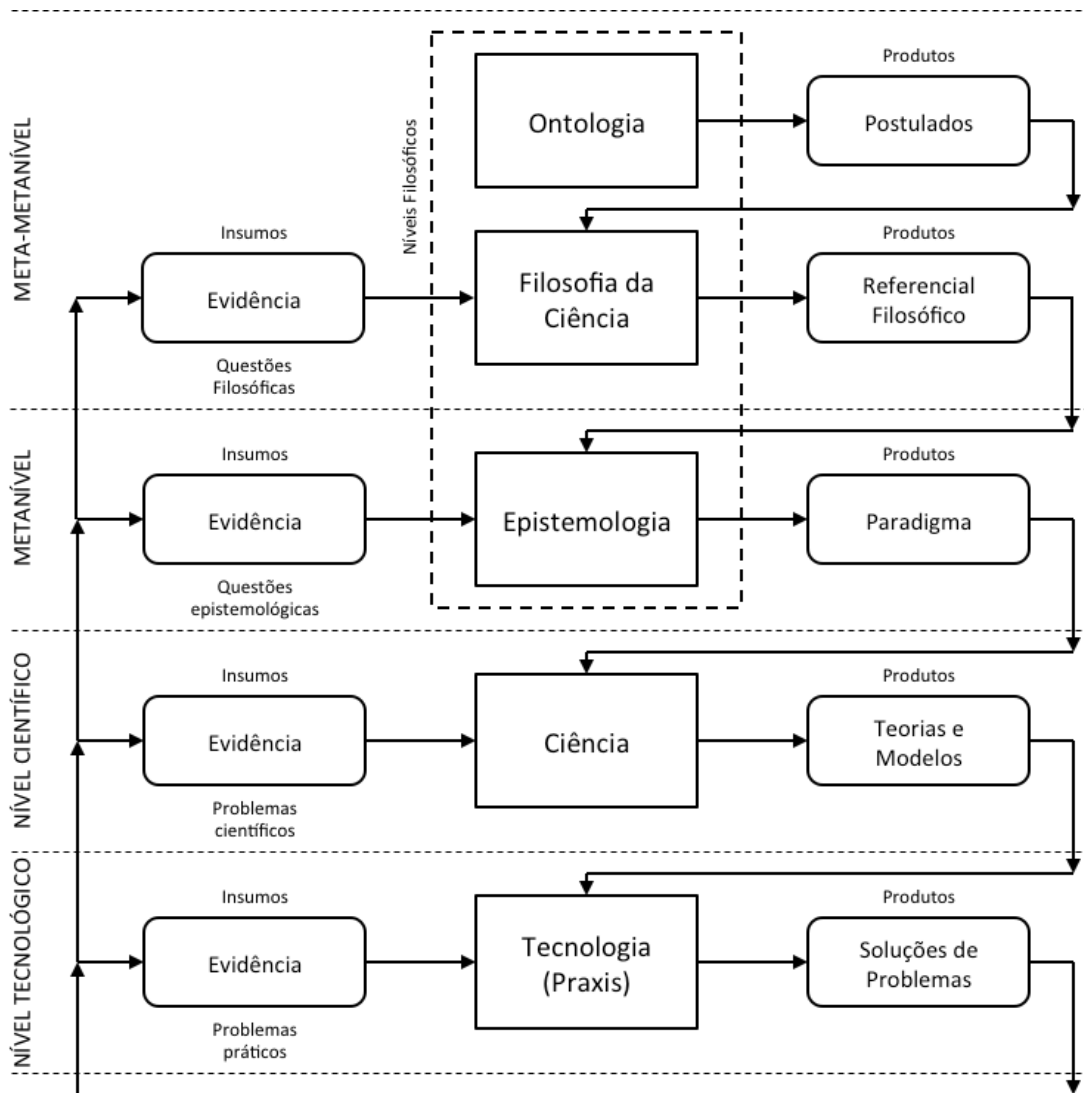
O Terceiro nível do metamodelo de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) corresponde ao Nível Tecnológico do metamodelo proposto; o Segundo nível (ou Nível do Objeto) do metamodelo de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) corresponde ao Nível Científico do metamodelo proposto; e o Primeiro nível (ou Metanível) do metamodelo de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) corresponde ao Metanível do metamodelo proposto.

O Meta-metanível considerado por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#), mas que não foi apresentado em seu modelo, é representado na proposta com este mesmo nome: Meta-metanível. Este nível corresponde a todos os elementos superiores ao Metanível.

Os “Insumos” de cada nível, assim como os “Produtos”, também são os mesmos sugeridos na  $M^3$ . O destaque neste modelo é o detalhamento do “Meta-Metanível” que foi



Figura 4: Metamodelo proposto a partir de uma adaptação entre a  $M^3$  e os níveis filosóficos de Siqueira (2012).



Fonte: Produzido pelo autor.

apenas sugerido em van Gigch e Pipino (1986), mas caracterizado por Siqueira (2012).

O destaque que agrupa o Meta-Metanível e o Metanível (o retângulo pontilhado) caracteriza as abordagens utilizadas pela própria Filosofia (SIQUEIRA, 2012). Observa-se que o nível mais abstrato do metamodelo, o nível da Ontologia, é o nível mais fundamental dos níveis Filosóficos e, portanto, não recebe “Insumos”. Entretanto, o nível da Filosofia da Ciência pode receber como “Insumos” questões de ordem filosófica a partir de Evidências obtidas nas Soluções de Problemas, tal como ocorrem nos níveis de abstração mais baixa.

A partir de uma fundamentação Ontológica, é possível estabelecer postulados que serve de base para o Referencial Filosófico. É importante destacar que o Referencial

Filosófico desta dissertação é a Fenomenologia. Isso fica claro na própria descrição do objetivo deste trabalho, pois a disciplina de Arquitetura da Informação do Grupo de Brasília possui este referencial (SIQUEIRA, 2012).

A Fenomenologia, como Referencial Filosófico, serve de base para as discussões de nível Epistemológico. Os níveis seguintes mantem as características descritas em van Gigch e Pipino (1986). O Metanível, ou nível Epistemológico lida com problemas que trata da natureza, das origens e da validade do conhecimento. Esse nível produz Paradigmas que são utilizados como fundamentos na construção de teorias e modelos. As teorias e modelos são os produtos do nível Científico, que serve de base para as práticas do nível Tecnológico. O Nível Tecnológico corresponde ao nível da Praxis, ou seja, abrange os interesses das disciplinas científicas que investigam problemas de ordem prática. Seus produtos são palpáveis, evidentes, úteis como ferramentas, etc.

Considerando esses cinco níveis de abstração onde o conceito de *informação* é usado, o próximo capítulo apresenta as abordagens conceituais de algumas disciplinas que atuam nos diferentes níveis de abstração.

# 10 Abordagens do uso do conceito “informação”

A contextualização histórica descrita no [Capítulo 6](#) mostra as mudanças conceituais da *informação* ao longo da história, desde a concepção do termo latino a partir de um conjunto de conceitos estabelecidos pelos gregos até sua formalização matemática utilizada nos dias atuais. O artigo de [Nafria \(2010\)](#) confirma essa mudança conceitual ao longo da história e ainda contribui com uma classificação das teorias existentes quanto ao nível de objetividade/subjetividade que elas atribuem ao conceito de *informação*. Além disso, Nafria faz uma classificação das disciplinas técnicas, científicas e filosóficas e uma relação entre essas disciplinas e sua abordagem objetiva/subjetiva.

A abordagem de [Nafria \(2010\)](#) deixa claro o motivo das diferentes disciplinas que estudam o conceito de *informação* utilizar uma abordagem própria que lhes seja útil para os problemas em que ela lida em seu cotidiano. Porém, não resolve o problema conceitual sobre o que é a *informação*. De fato, ocorre o contrário: sua classificação indica a existência de várias abordagens conceituais particulares em cada disciplina. É possível formular um conceito técnico de *informação* para resolver problemas práticos; é possível criar conceito abstrato sobre *informação* para tratar questões filosóficas; e é possível criar um conceito intermediário, entre o estritamente formal e o abstrato, de forma a ser útil em modelos para a ciência.

Este trabalho propõe fazer uma identificação das diferentes abordagens conceituais sobre *informação*, utilizando os níveis de abstração apresentados pelo metamodelo proposto de visão de mundo ([Figura 4](#)). Para isso, foi feita uma caracterização do conceito de *informação* nos cinco níveis propostos.

## 10.1 Informação no nível Tecnológico

O nível tecnológico é caracterizado pelo uso da *tecnologia*, ou seja, “um conjunto de Conhecimentos aplicáveis na mudança da Realidade para adequá-la aos interesses do sujeito”. O resultado da aplicação desses conhecimentos é a produção de artefatos ([SIQUEIRA, 2012](#)).

A *informação* no nível Tecnológico é observada pelas disciplinas que trabalham neste nível como algo que possa ser manipulado de forma a adequar a realidade para a resolução de problemas de ordem prática. O uso do conceito de *informação* neste nível é restrito ao seu aspecto sintático e objetivo ([NAFRÍA, 2010](#)). Neste nível, não ha uma

abordagem semântica ou subjetiva da *informação*. Não há intenção de se envolver com questões de significado ou relevância.

Desse modo, considerando as propostas de conceitualização identificadas em algumas disciplinas (ver [Capítulo 5](#)), é possível reunir um conjunto de ideias que utilizem a *informação* como algo substancial no mundo, independente do sujeito.

Para a Cibernética, Telecomunicações, Automação e Ciências da Computação, a *informação* é observada a partir da Teoria da Informação de [Shannon \(1948\)](#). Nessa perspectiva, a *informação* pode ser vista como um pulso eletromagnético de uma certa intensidade; uma marca na superfície de um DVD; um símbolo desenhado em uma folha de papel; enfim, um registro em um espaço observado no mundo físico.

No nível tecnológico, o uso do conceito de *informação* é feito como uma unidade prática de medida. Contudo, cada disciplina precisa definir essa unidade. Em Telecomunicação, o pulso elétrico com uma certa intensidade pode ser caracterizado como uma unidade de *informação*, mas não é a mesma definição utilizada em Sistemas de Informação. Nesta disciplina, *informação* poderia ser definida como um *byte*, ou um conjunto de 8 *bits* que possa ser relacionado a um símbolo, um dígito alfanumérico. Mas esta definição certamente não seria adequada para outra disciplina.

A *informação* no nível tecnológico, portanto, deve ser definida a partir dos conceitos utilizados no domínio da disciplina técnica. A definição criada por uma disciplina que investiga a *informação* e outros elementos no nível tecnológico só faz sentido neste nível e para aquela disciplina.

## 10.2 Informação no nível Científico

O nível científico é caracterizado por produzir modelos e teorias que procuram explicar eventos observados na realidade ([SIQUEIRA, 2012](#)). Este nível não se preocupa especificamente com problemas restritos a ordem prática, mas utiliza metodologia específica de cada disciplina com intuito de registrar padrões de comportamento e formular um modelo ou uma teoria que permita a repetição deste comportamento.

A *informação* no nível científico está relacionada ao seu uso em modelos e teorias em cada disciplina científica. A Teoria da Informação – ou a Teoria Matemática da Comunicação de [Shannon \(1948\)](#) – é um exemplo de teoria que utiliza o conceito de *informação* neste nível. Este modelo é utilizado como base em muitas disciplinas no nível tecnológico, porém ele é concebido a partir de uma formalização matemática.

Uma comparação entre a ciência e a tecnologia feita em [Siqueira \(2012\)](#) é útil para identificar diferenças entre esses dois níveis de abstração onde o conceito de *informação* é utilizado: “se o objetivo da Ciência é conhecer a realidade na forma como ela é (...), o

objetivo da Tecnologia é a produção da realidade como ela deve ser para maximizar a sua eficiência em relação a algum critério de interesse do sujeito”. Nessa perspectiva, a Teoria da Informação é uma forma de observar uma parte da realidade que se propôs a resolver problemas de comunicação ou transmissão de mensagens. O produto final é o próprio modelo, ou seja, um caminho que deve ser trilhado para resolver problemas de ordem técnica. Isso está no nível científico. O uso desse modelo para criar meios de se comunicar de forma mais eficiente é tratado no nível tecnológico.

Além do modelo de [Shannon \(1948\)](#), que lida diretamente com o que é *informação* em um escopo restrito de problemas, há modelos e teorias diversos que usam um conceito próprio. Em geral, as ciências naturais que utilizam o conceito de *informação* são exemplos de disciplinas que trabalham neste nível. Na Física, o uso do conceito é feito a partir de uma medição formalizada (ver [subseção 6.4.4](#)). Essa forma de medir *informação* através dos *qbits* é análoga à *informação* observada na Ciência da Computação, ou seja, os '0' e '1' do Universo ([MOYER, 2012](#)).

Na Genética também há um conceito próprio (ver [subseção 5.2.3](#)). As moléculas de DNA carregam *informação genética* aos descendentes e todos os seres da Terra possuem DNA em suas células, o que leva ao estudo deste conceito no nível científico.

Ao observar as Ciências Sociais, naturalmente encontraremos uma definição de *informação* própria para cada disciplina. Evidentemente, o conceito utilizado na Biologia evita intencionalidade, o que não pode ser deixado de lado na Sociologia, Economia, Linguística, Psicologia, etc. ([NAFRÍA, 2010](#)). É comum identificar um sentido semântico, pragmático ou subjetivo do conceito de *informação* nessas últimas disciplinas, o que torna o conceito fortemente dependente do sujeito.

Cada disciplina científica pode apresentar definições particulares que sejam adequadas ao seu universo de estudo. Entretanto, “os modelos de explicação da realidade assentam-se sobre conceitos de natureza filosófica” ([SIQUEIRA, 2012](#)), que é abordado na seção seguinte.

### 10.3 Informação no nível Epistemológico

Considerando o estudo sobre a Filosofia da Ciência feita em [Siqueira \(2012\)](#), o primeiro critério de demarcação que caracteriza uma disciplina como científica é a existência de um arcabouço filosófico. Esse autor afirma que a inconformidade com um modelo epistemológico leva a uma dificuldade de uma disciplina científica explicar os fenômenos observados na realidade por ela.

De acordo com [Pereira Júnior \(2013\)](#):

A consideração de elementos epistemológicos aqui é importante por nos

fazer refletir sobre o que justifica aquilo que definimos ser a “informação” e o que significa quando afirmamos ser isso verdadeiro. Isso torna a sua conceituação semântica um verdadeiro desafio.

O nível epistemológico discute os fundamentos sobre o que é o conhecimento, o que se pode conhecer e quais os processos estão envolvidos no ato de conhecer. Caracteriza, portanto, as bases para a concepção de uma ciência e por consequência sobre quais os problemas que uma determinada ciência deve enfrentar. O debate epistemológico entre o Racionalismo e o Empirismo retratado em [Siqueira \(2012\)](#) é um exemplo de divergência entre escolas que observam a possibilidade do conhecimento de formas divergentes. Uma disciplina científica que se baseia na primeira escola certamente considera o conceito de *informação* algo que emana exclusivamente da razão. Por outro lado, uma disciplina que se baseia na segunda, pode considerar este conceito como algo existente na matéria, portanto independente do sujeito.

Como foi extensamente caracterizado por [Siqueira \(2012\)](#), a disciplina de Arquitetura da Informação está embasada na disciplina filosófica da Fenomenologia. Esta disciplina considera o *sujeito* com um papel importante na discussão epistemológica, mas não exclusivo como é feito pelo Racionalismo. Da mesma forma, a introdução do papel do *sujeito* garante a diferença em relação a abordagem Empirista, no qual o *objeto* é o elemento central.

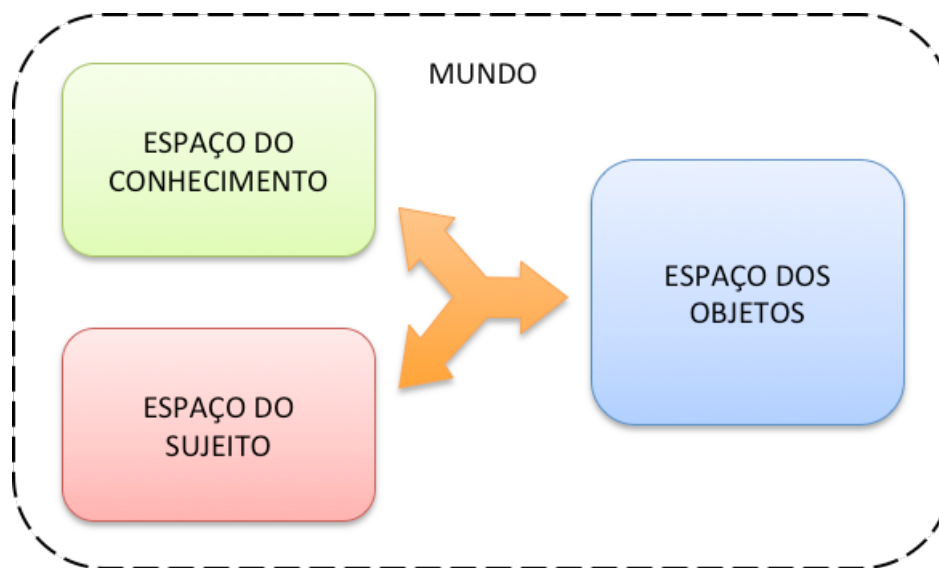
Neste nível (epistemológico), considerando o referencial teórico da disciplina de Arquitetura da Informação (ver [seção 5.3](#)), a *informação* é observada no *espaço dos objetos*, ou seja, é independente do *sujeito* ([SIQUEIRA, 2012](#); [LIMA-MARQUES, 2011](#)). A disciplina adota uma epistemologia com os seguintes conceitos referenciais:

- a) O Mundo: uma realidade como ela pode ser conhecida por um Sujeito.
- b) O Espaço dos Objetos: uma coleção de Entes existentes e que podem ser observados pelo Sujeito como Fenômenos.
- c) O Espaço do Sujeito: uma coleção das intuições e das suas percepções como representadas internamente para ele.
- d) O Espaço do Conhecimento, uma coleção de Entes e Relações Ontológicas que um Sujeito configura e utiliza para representar e significar a sua percepção do Espaço dos Objetos. ([SIQUEIRA, 2012](#))

Essa epistemologia, ou seja, o conhecimento sobre a realidade, é ser resumida na [Figura 5](#).

É importante observar que neste nível ainda não há uma definição única de *informação*. Cada epistemologia deve observar a *informação* a partir do seu referencial filosófico correspondente. A disciplina científica de Comunicação Social, por exemplo, pode ter um embasamento epistemológico que observe a *informação* no *espaço do Sujeito*. Entretanto, a escolha pelo referencial Fenomenológico com base em uma ontologia para a

Figura 5: Referencial Epistemológico da disciplina de Arquitetura da Informação.



Fonte: Adaptado de [Siqueira \(2012\)](#).

disciplina de Arquitetura da Informação por [Siqueira \(2012\)](#) coloca o conceito de *informação* no espaço dos objetos. Contudo, não é possível determinar uma convergência ainda neste nível sem uma base ontológica específica.

## 10.4 Informação no nível Fenomenológico

A Fenomenologia, no sentido de disciplina filosófica que trata sobre os problemas do *ser* e do *fenômeno*, é o referencial teórico que fundamenta a disciplina científica da Arquitetura da Informação. Esta é a única opção que resta atualmente como Referencial Filosófico, pois as outras duas, ou seja, o Racionalismo e o Empirismo, se mostraram inadequadas para o problema do conhecimento ([SIQUEIRA, 2012](#)). A Fenomenologia é a ciência do *fenômeno*. É através dela que se permite falar sobre a Ontologia, pois é através do *fenômeno* que ocorre a experiência do ser com o *mundo*. O *fenômeno*, como foi descrito na [subseção 5.3.1](#), é a correlação entre o *sujeito*, o *objeto* e a *imagem*. É a partir da *experiência* que o *sujeito* tem do *mundo* que ocorre o *fenômeno*.

O nível Fenomenológico, que corresponde, no modelo proposto para visão de mundo, ao referencial filosófico que sustenta a disciplina da Arquitetura da Informação, aborda as seguintes definições fundamentais:

- a) Um Objeto: aquele Ente que o Sujeito percebe no Mundo.
- b) Um Sujeito: um Ser que percebe um Objeto.
- c) Um Mundo: uma coleção de Objetos e Relações Ontológicas que um Sujeito

percebe no Mundo.

O *Mundo*, neste nível, só existe na presença de um *sujeito* e de, pelo menos, um *objeto*. É no *mundo* que ocorre o *fenômeno*, pelo qual se apresenta a *informação*. Como o fenômeno só existe no mundo com a presença do *sujeito* e do *objeto*, neste nível pode-se identificar uma *informação* do *Sujeito*, uma *informação* do *objeto* e uma *informação* do *mundo* – este último é a percepção da realidade na perspectiva do *sujeito*. Não há como fazer uma escolha sem um embasamento ontológico.

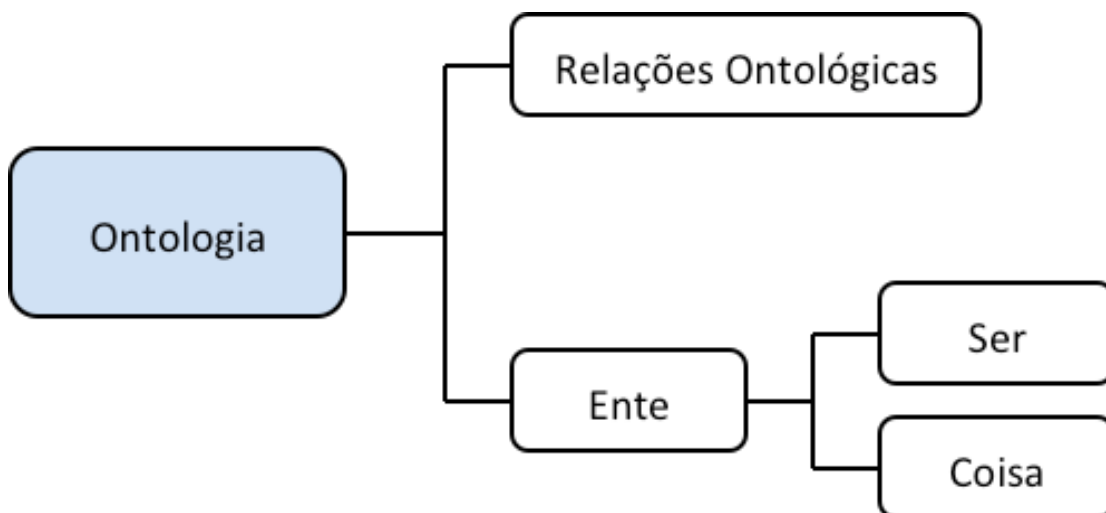
A disciplina de Arquitetura da Informação faz uma escolha por identificar a *informação* como *objeto* a partir de uma fundamentação ontológica particular (SIQUEIRA, 2012), que é abordado no nível Ontológico.

## 10.5 Informação no nível Ontológico

No nível mais abstrato, não há mais embasamento, pois este é o nível mais fundamental. Neste nível é necessário a criação de postulados (na visão de Thomas Kuhn) ou conjecturas (na visão de Karl Popper) (SIQUEIRA, 2012).

O nível Ontológico trata do problema do *Ente*, como observado na própria etimologia da palavra (SIQUEIRA, 2012). Neste nível, de acordo com os postulados definidos em Siqueira (2012), só existem *Entes* e *Relações*, conforme Figura 6.

Figura 6: Modelo Ontológico utilizado na disciplina de Arquitetura da Informação.



Fonte: Adaptado de Siqueira (2012).



# 11 Proposta de alteração de Ontologia para a disciplina de Arquitetura da Informação

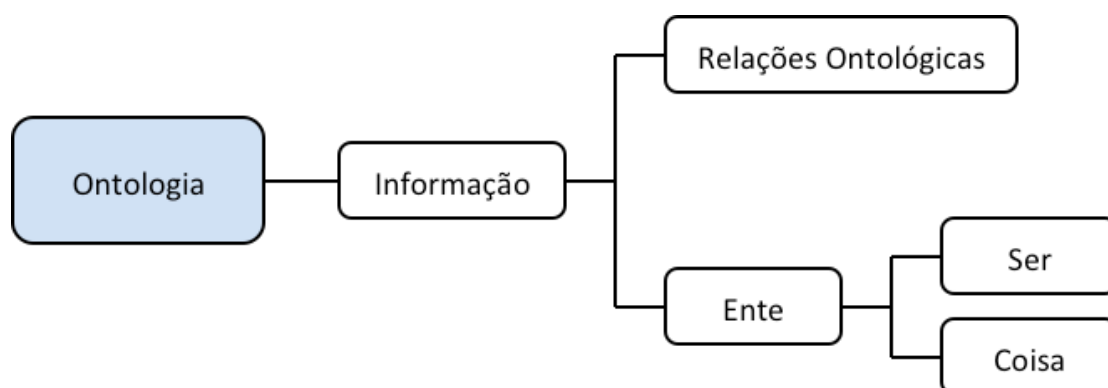
A proposta de André [Siqueira \(2012\)](#), apresentada na [Figura 6](#), estabelece três postulados, descritos a seguir:

- Postulado 1: Existem Entes.
- Postulado 2: Existem relações entre os Entes. Todas as possíveis relações entre os entes são denominadas Relações Ontológicas.
- Postulado 3: Dentre os Entes que existem, alguns possuem a especial propriedade de serem capazes de intuir as suas relações com outros Entes, são chamados Seres.

A caracterização do nível Ontológico da [seção 10.5](#) mostra que a *informação* ora se apresenta como *Ente*, ora se apresenta como *Relação*. Nas palavras de [Siqueira \(2012\)](#), “Informação é o fator determinante da natureza das coisas”. O nível mais fundamental encontrado no metamodelo proposto da [Figura 4](#) é o nível Ontológico. Portanto, no nível Ontológico a *informação* é aquilo que determina a natureza do *Ente* e aquilo que determina a natureza das *Relações*.

No nível *Ontológico*, a *informação* é um conceito primário, pois é ele que determina o que é o *Ente* e o que determina o que é a *Relação*. Como consequência, tem-se que apenas no nível ontológico é possível a unicidade do conceito *informação*. Assim, sugere-se uma adaptação ao modelo Ontológico de [Siqueira \(2012\)](#) da forma apresentada na [Figura 7](#).

Figura 7: Novo Modelo Ontológico sugerido para a disciplina de Arquitetura da Informação.



Fonte: Produzido pelo autor.

Essa mudança apenas acrescenta a *informação* na representação gráfica do modelo Ontológico de [Siqueira \(2012\)](#), de forma mostrar que é a *informação* que determina o que

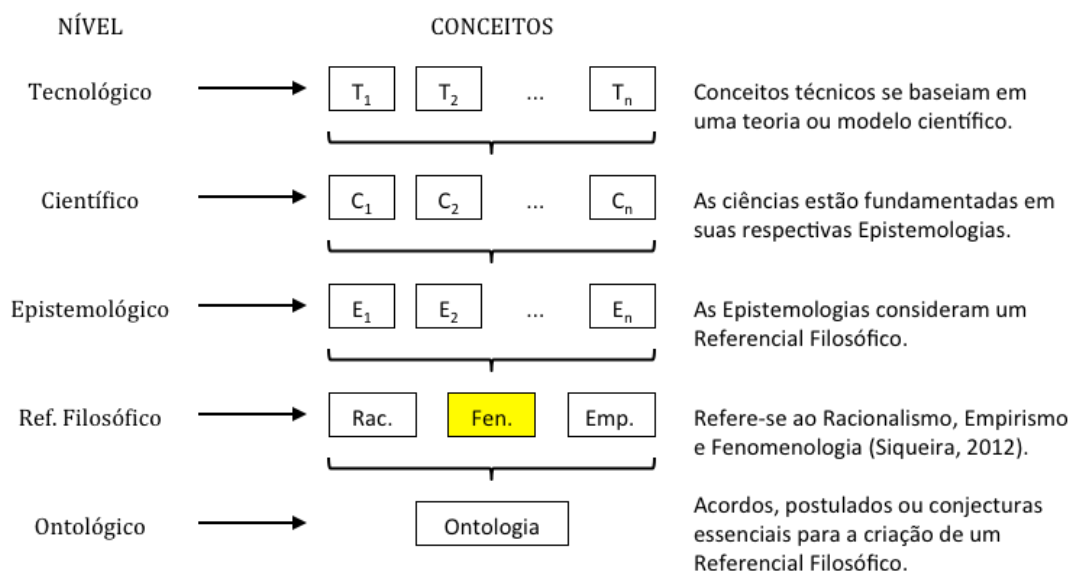
é o Ente e o que é são Relações Ontológicas, o que já era previsto por [Siqueira \(2012\)](#). Essa abordagem possibilita a visibilidade da natureza Ontológica da *informação* observada na *Arquitetura da Informação* e é apresentada como segundo resultado deste trabalho.

## 12 Quadro resumo dos níveis de abstração

Como apresentado na [Parte II](#) deste trabalho – principalmente na abordagem de [Nafria \(2010\)](#) descrita no [Capítulo 7](#) –, pode-se identificar várias definições sobre informação em diferentes níveis de abstração.

A partir do resultado da visão de mundo proposto na [Figura 4](#), da caracterização dos níveis de abstração representada nos dois capítulos anteriores e da classificação das abordagens conceituais existentes em cada disciplina, a [Figura 8](#) apresenta um quadro resumo dos conceitos em cada nível.

Figura 8: Quadro resumo dos níveis de abstração com indicações de conceitos em cada nível.



Fonte: Produzido pelo autor.

Cada nível possui um conjunto de conceitos de *informação* que são utilizados por disciplinas técnicas, científicas e filosóficas. O nível tecnológico, o nível Científico e o nível Epistemológico possuem diversos conceitos criados a partir de cada disciplina que atua nesses níveis. Esses conceitos estão sendo representados abreviadamente pelas letras “T”, “C” e “E”. Assim,  $T_1$  é um conceito tecnológico,  $C_1$  é um conceito científico e  $E_2$  é um conceito de nível Epistemológico. A quantidade de conceitos existentes possibilita a falta de um consenso nesses níveis.

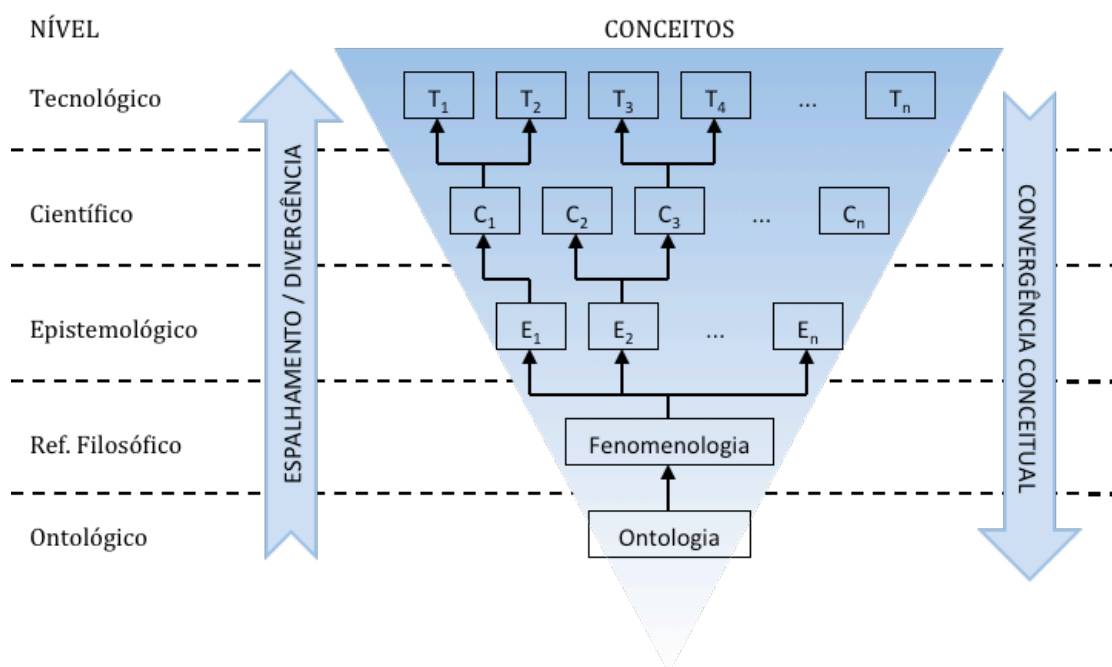
Além disso, o trabalho de [Siqueira \(2012\)](#) mostra que o conjunto de Referenciais Filosóficos se limitam ao Racionalismo, ao Empirismo ou à Fenomenologia. Entretanto, os dois primeiros foram rejeitados por ele, sobrando apenas o Referencial da Fenomenologia.

Por isso, o modelo desse autor apresentado na [Figura 3](#) considera este nível filosófico como sendo o nível da Fenomenologia. Embora isso tenha sido feito por Siqueira, não é adequado considerar esse nível como consenso entre as áreas de conhecimento, portanto, o nível do Referencial Filosófico também possibilita um conjunto de conceitos estabelecidos por cada referencial.

O único lugar onde é possível a unidade conceitual da *informação* é no nível Ontológico. Essa afirmação é apresentada como terceiro resultado deste trabalho, que está de acordo com a perspectiva proposta pela disciplina (SIQUEIRA, 2012) e com a TGAI (LIMA-MARQUES, 2011).

A partir dessa observação, percebe-se que a distribuição dos conceitos nesse quadro pode ser apresentada de outra forma. Na [Figura 9](#), é possível perceber a convergência conceitual apontada para o nível Ontológico. Por outro lado, é possível perceber o espalhamento ou a divergência conceitual apresentada pelos conceitos existentes de *informação* a medida em que eles são abordados por níveis cada vez mais próximos da técnica ou da prática.

Figura 9: Quadro que aponta uma convergência conceitual no nível Ontológico.



Fonte: Produzido pelo autor.

# Conclusão

Essa dissertação investiga questões fundamentais na Ciência da Informação a partir de uma perspectiva adotada pela disciplina de Arquitetura da Informação, fundamentada na Teoria Geral da Arquitetura da Informação e na Fenomenologia de Husserl. Essas questões são consideradas fundamentais para qualquer ciência, pois trata-se do seu objeto de estudo: a *informação*.

Como foi apresentado no [Capítulo 1](#), a questão conceitual é investigada por diversos autores da Ciência da Informação. Entretanto, cada disciplina científica utiliza o conceito de *informação* de acordo com seus interesses próprios. O [Capítulo 5](#) mostra diversos conceitos e abordagens de diferentes disciplinas que utilizam o conceito de *informação* em suas investigações. Além disso, o problema da “instabilidade conceitual” identificado por Nafria foi caracterizado no [Capítulo 7](#) e a falta de uma relação conceitual da *informação* com um conceito proveniente de suas bases fundamentais foi caracterizado no [Capítulo 8](#). Isso caracterizou o problema da natureza da *informação* na Ciência da Informação, que era um dos objetivos deste trabalho.

O [Capítulo 6](#) aprofunda as raízes históricas do uso do termo e isso identificou uma evolução conceitual da natureza da *informação* a partir da Filosofia Natural até os dias atuais. Isso atingiu mais um objetivo específico deste trabalho.

Além desses objetivos, essa dissertação procurou encontrar um ponto comum entre os diferentes conceitos, utilizando o embasamento teórico filosófico da disciplina de Arquitetura da Informação. A convergência conceitual da *informação* identificada no nível Ontológico, apresentada no [Capítulo 12](#) aponta a relação do conceito de *informação* identificado nos campos da Ciência com a proposta de *informação* Ontológica do grupo de Brasília de Arquitetura da Informação, o que leva ao último objetivo específico.

Os resultados obtidos no [Capítulo 11](#) e no [Capítulo 12](#) demonstram que só é possível uma convergência conceitual sobre a Natureza da Informação considerando o referencial Ontológico sugerido na disciplina de *Arquitetura da Informação* do grupo de Brasília. Isso conclui o objetivo principal deste trabalho.

Além disso, os três resultados apresentados neste trabalho podem contribuir para a ciência. Eles estão resumidos a seguir

## 12.1 Resumo dos resultados alcançados

### 12.1.1 Resultado 1

O [Capítulo 9](#) apresenta uma nova visão de mundo criada a partir do metamodelo  $M^3$  de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) e do metamodelo proposto por [Siqueira \(2012\)](#) para a disciplina de Arquitetura da Informação.

### 12.1.2 Resultado 2

O [Capítulo 11](#) apresenta uma proposta de alteração gráfica do modelo Ontológico utilizado na disciplina de Arquitetura da Informação para considerar a *informação* como aquilo que determina a natureza do *Ente* e aquilo que determina a natureza das *Relações*.

### 12.1.3 Resultado 3

O [Capítulo 12](#) apresenta a possibilidade de convergência conceitual da *informação* apenas no nível Ontológico. Isso mostra que o caminho mais promissor para se chegar a uma definição de *informação* é através da Ontologia.

## 12.2 Trabalhos futuros

Como pode ser observado ao longo deste trabalho, o conceito de *informação* é estudado em várias disciplinas. Cada uma utiliza um conceito com referência a suas raízes. Neste trabalho foram investigadas apenas a forma em que a Física, a Ciência da Computação e a Biologia utilizam o conceito de *informação*. Por isso, considera-se importante ampliar o leque de disciplinas que estudam ou utilizam o conceito de informação, observando suas bases (científica e ou epistemológicas).

Além disso, o metamodelo proposto neste trabalho precisa ser avaliado pela comunidade científica e, possivelmente, melhorado para uso em outros trabalhos. Não foi objetivo direto deste trabalho realizar qualquer melhoria no metamodelo  $M^3$  de [van Gigch e Pipino \(1986\)](#), mas a apresentação dessa ideia se parece adequada para a explicação deste trabalho e pode ser útil a outros. Por isso, propõe-se um trabalho que permita uma investigação mais aprofundada nas referências utilizadas por [van Gigch e Pipino \(1986\)](#) para publicação de artigo específico sobre este assunto.

Abaixo segue um conjunto de outros trabalhos futuros que podem ampliar o leque de conhecimento sobre o conceito de informação:

- a) Uma investigação sobre os possíveis experimentos que podem ser idealizados para validar a proposta de visão de mundo apresentada no [Capítulo 9](#).

- b) Um inventário dos conceitos de informação em outras disciplinas que não foram abordadas neste trabalho para verificar o modelo proposto de modo a torná-lo amplamente válido.
- c) Um artigo contendo o modelo de visão de mundo para validação e utilização em trabalhos acadêmicos do CPAI.
- d) Uma proposta de doutorado que utilize os resultados deste trabalho.

## 12.3 Considerações Finais

Foi possível observar neste trabalho que é preciso haver uma fidelidade conceitual às raízes Epistemológicas, Filosóficas e Ontológicas. Para a Ciência da Informação, que possui características de uma ciência interdisciplinar (ao menos na visão da Arquitetura da Informação), isso é muito importante. A investigação conceitual da *informação* deve abranger todas as disciplinas que utilizam este conceito. Este trabalho investigou uma pequena parcela, mas apresentou algumas limitações conceituais entre as disciplinas estudadas. A Ciência da Computação se limita a observar a informação como os estados ('0's e '1's) de um bit. E isso basta, haja visto o progresso que tem ocorrido para esta ciência tão nova. Entretanto, a Física, apesar de uma ciência com raízes milenares, está fazendo uso desse conceito em suas investigações sobre os blocos fundamentais do universo. É possível que algumas analogias funcionem, mas é preciso cuidado nas interpretações.

O conceito originado em outra disciplina precisa ser traduzido para o contexto de investigação da disciplina em estudo. A Ciência da Informação, por se tratar de uma ciência interdisciplinar, e por utilizar como objeto de estudo um conceito utilizado em diversas outras disciplinas, precisa ter o maior cuidado na investigação deste conceito.

A Arquitetura da Informação propõe resolver esse problema trazendo o que é comum em todas as disciplinas que utilizam o termo, sugerindo que a *informação* é fundamental, ou seja, que ela está no nível Ontológico.

A partir do nível filosófico, a informação pode sofrer restrições conceituais que satisfazem a investigação de cada disciplina. Com isso, limitar o conceito de informação aos '0's e '1's na Ciência da Computação é adequado para esta ciência; sugerir o conceito de informação na Biologia como proveniente do DNA pode ser adequado para a Genética.

Interpretar o conceito de '0's e '1's do universo é, no mínimo, insuficiente e precipitado, pois este conceito é uma interpretação da Ciência da Computação, e possui origens nos fundamentos desta disciplina, ou seja, na Teoria da Informação.

Talvez essa interpretação seja adequada para investigar um comportamento específico ou criar modelos físicos utilizando a matemática como fundamento, uma vez que esta ciência também é fundamental na Ciência da Computação. Entretanto, na Arquitetura da

Informação, que possui raízes filosóficas, é preciso tomar cuidado com essas interpretações.



## Referências

- ABBAGNANO, N. *Dicionário de filosofia*. [S.l.]: Martins Fontes, 2007. ISBN 9788533623569. Citado 5 vezes nas páginas 36, 53, 54, 55 e 57.
- ADRIAANS, P. Information. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2013. [S.l.]: The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 69.
- ALBUQUERQUE, A. R. R. de. *Discurso sobre fundamentos de Arquitetura da Informação*. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade de Brasília (UnB), 2011. Disponível em: <<http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/7110><http://hdl.handle.net/10482/7110>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 33.
- AZEVEDO, F. F. dos S. *Dicionário Analógico Da Língua Portuguesa: Ideias Afins–Thesaurus*. 2. ed. Lexikon, 2010. (Obras de referência). ISBN 9788586368622. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=pqgcSgAACAAJ>>. Citado 3 vezes nas páginas 36, 53 e 55.
- BAEYER, H. C. V. *Information: The New Language of Science*. [S.l.]: Harvard University Press, 2005. ISBN 9780674018570. Citado na página 33.
- BAEYER, H. C. V. O paradoxo que confunde a sua mente. *Scientific American Brasil*, São Paulo, p. 39–43, jul. 2013. Citado na página 33.
- BATES, M. J. The invisible substrate of information science. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 50, n. 12, p. 1043–1050, 1999. ISSN 00028231. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 31.
- BATES, M. J. Fundamental forms of information. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n. 8, p. 1033–1045, jun. 2006. ISSN 15322882. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/asi.20369>>. Citado 4 vezes nas páginas 25, 31, 32 e 59.
- BEKENSTEIN, J. D. Informação no Universo Holográfico. *Scientific American Brasil*, São Paulo, p. 42–49, set. 2003. Citado 3 vezes nas páginas 33, 82 e 83.
- BELKIN, N. J. Information Concepts for Information Science. *Journal of Documentation*, v. 34, n. 1, p. 55–85, 1978. ISSN 0022-0418. Citado na página 25.
- BRAIN. *Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN)*. 2014. Disponível em: <<http://www.nih.gov/science/brain/>>. Acesso em: 23 jun. 2014. Citado na página 31.
- BUCKLAND, M. K. Information as thing. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 42, n. 5, p. 351–360, 1991. Citado na página 58.
- CAPURRO, R.; HJØRLAND, B. O conceito de informação. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 12, n. 1, p. 148–207, abr. 2007. ISSN 1413-9936. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 70.

- CASTRO, S. de. *Ontologia*. [S.l.]: Zahar, 2008. (PAP - Filosofia). ISBN 9788537804001. Citado 3 vezes nas páginas 33, 68 e 69.
- CRNKOVIC, G. D.; HOFKIRCHNER, W. Floridi's "Open Problems in Philosophy of Information", Ten Years Later. *Information*, v. 2, n. 2, p. 327–359, maio 2011. ISSN 2078-2489. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2078-2489/2/2/327/>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 32.
- DAVISSON, C. J.; GERMER, L. H. Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 14, n. 4, p. 317–322, 1928. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1085484/>>. Citado na página 76.
- DESCARTES, R. *Discurso do método*. Porto Alegre: L&PM Pocket, 2012. (Coleção L&PM Pocket). Tradução de Paulo Neves. ISBN 9788525410979. Citado na página 70.
- DUVENHAGE, R. The nature of information in quantum mechanics. *Foundations of Physics*, v. 32, n. 9, p. 1399–1417, 2002. Citado na página 60.
- FILHO, C. F. *História da computação: O Caminho do Pensamento e da Tecnologia*. [S.l.]: Edipucrs, 2007. ISBN 9788574306919. Citado 2 vezes nas páginas 57 e 61.
- FLORIDI, L. Open Problems in the Philosophy of Information. *Metaphilosophy*, v. 35, n. 4, p. 554–582, jul. 2004. ISSN 0026-1068. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9973.2004.00336.x/abstract><http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-9973.2004.00336.x>>. Citado 3 vezes nas páginas 25, 32 e 59.
- FRANCHINI, A. S.; SEGANFREDO, C. A. D. *As 100 melhores histórias da mitologia: deuses, heróis, monstros e guerras da tradição greco-romana*. 9. ed. Porto Alegre: L&PM, 2007. ISBN 9788525413161. Citado na página 67.
- GENOME PROJECT. *Human Genome Project Information Archive*. 2014. Disponível em: <<http://www.ornl.gov/hgmis>>. Acesso em: 23 jun. 2014. Citado na página 31.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas, 2002. ISBN 8522431698. Citado na página 33.
- GREENE, B. *O Universo Elegante: Supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva*. 1. ed. [S.l.]: Companhia das Letras, 2001. 592 p. ISBN 8535900985. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 75.
- GREENE, B. *O Tecido do Cosmo: O espaço, o tempo e a textura da realidade*. 1. ed. [S.l.]: Companhia das Letras, 2005. 581 p. ISBN 8535907599. Citado 10 vezes nas páginas 33, 56, 57, 58, 60, 75, 76, 77, 78 e 79.
- GRUBER, T. Ontology. *Encyclopedia of Database Systems*, 2009. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2014. Citado na página 65.
- HALLIDAY, D.; RESNICKY, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 1: Mecânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009. ISBN 9788521616054. Citado 3 vezes nas páginas 33, 60 e 71.

- HALLIDAY, D.; RESNICKY, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 2: gravitação, ondas e termodinâmica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009. ISBN 9788521616061. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 71.
- HALLIDAY, D.; RESNICKY, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 3: eletromagnetismo*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009. ISBN 9788521616078. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 71.
- HALLIDAY, D.; RESNICKY, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 4: óptica e física moderna*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009. ISBN 9788521616085. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 71.
- HOFKIRCHNER, W. How to achieve a unified theory of information. *tripleC*, v. 7, n. 2, p. 357–368, 2009. Disponível em: <<http://triple-c.at/index.php/tripleC/article/view/114/138>>. Citado na página 25.
- JAPIASSU, H. F.; MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. [S.l.]: Zahar, 1993. Citado 3 vezes nas páginas 36, 53 e 55.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 1998. Citado na página 93.
- LIMA-MARQUES, M. Outline of a theoretical framework of Architecture of Information: a School of Brasilia proposal. In: BEZIAU, J.-Y.; CONIGLIO, M. E. (Ed.). *Logic without Frontiers: Festschrift for Walter Alexandre Carnielli on the Occasion of His 60th Birthday*. London: College Publications, 2011. Citado 15 vezes nas páginas 26, 32, 33, 59, 63, 64, 65, 66, 70, 79, 81, 82, 85, 100 e 106.
- LLOYD, S. Quantum information matters. *Science (New York, N.Y.)*, v. 319, n. 5867, p. 1209–11, fev. 2008. ISSN 1095-9203. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18309076>>. Citado 3 vezes nas páginas 33, 66 e 80.
- LLOYD, S. *Quantum Information Science*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2009. Disponível em: <<http://web.mit.edu/2.111/www/notes09/spring.pdf>>. Citado 3 vezes nas páginas 33, 80 e 81.
- LLOYD, S. Computational Universe. *Information and the Nature of Reality: From Physics to*, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 33, 80 e 81.
- MACEDO, F. L. O. *Arquitetura da informação: aspectos epistemológicos, científicos e práticos*. Tese (Dissertação de Mestrado) — Universidade de Brasília (UnB), 2005. Citado na página 63.
- MELO, A. M. C. de. *Um modelo de Arquitetura da Informação para processos de investigação científica*. Tese (Dissertação de Mestrado) — Universidade de Brasília (UnB), 2010. Faculdade de Ciência da Informação, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2010. Citado na página 33.
- MORA, J. F.; OLASO, E.; BELSUNCE, E. G. a. *Dicionário de Filosofia Abreviado*. [S.l.]: Dom Quixote, Lisboa, 1978. Traduzido do Espanhol por António José Massano e Manuel Palmeirim. Citado 3 vezes nas páginas 36, 53 e 56.
- MOYER, M. O Espaço é Digital? *Scientific American Brasil*, São Paulo, p. 33–38, mar. 2012. Citado 4 vezes nas páginas 33, 81, 82 e 99.

- NAFRÍA, J. M. D. What is information? a multidimensional concern. *TripleC*, v. 8, n. 1, p. 77–108, 2010. Citado 9 vezes nas páginas 85, 86, 87, 91, 92, 93, 97, 99 e 105.
- NIELSEN, M. A. Regras para um Mundo Quântico Complexo. *Scientific American Brasil*, São Paulo, p. 80–89, dez. 2002. Citado 4 vezes nas páginas 33, 81, 82 e 83.
- NIELSEN, M. A.; CHUANG, I. L. *Computação quântica e informação quântica*. [S.l.]: Bookman, 2005. 734 p. ISBN 9788536305547. Citado na página 33.
- Pereira Júnior, R. A. *Uma proposta de arquitetura genética da informação*. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade de Brasília (UnB), 2013. Faculdade de Ciência da Informação, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 99.
- PESSANHA, J. A. M. Dos argumentos sofisticados. In: *Os Pensadores: Aristóteles*. São Paulo: Nova Cultural, 1987, (Os Pensadores, v. 1). cap. 1. Citado 3 vezes nas páginas 33, 68 e 91.
- POLKINGHORNE, J. *Teoria Quântica*. Porto Alegre: L&PM, 2012. (Coleção L&MP POCKET Encyclopaedia, v. 985). Citado 2 vezes nas páginas 33 e 60.
- ROONEY, A. *A História da Física*. [S.l.]: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2013. ISBN 9788576802174. Citado 8 vezes nas páginas 26, 33, 60, 67, 68, 72, 73 e 74.
- SARACEVIC, T. Interdisciplinary nature of information science. *Ciência da Informação*, v. 24, n. 1, 1995. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/530/482>>. Citado na página 25.
- SARACEVIC, T. Ciência da informação: origem, evolução e relações. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 1, n. 1, p. 41–62, 1996. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/235>>. Citado na página 25.
- SARACEVIC, T. Information science. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 50, n. 12, p. 1051–1063, 1999. ISSN 0002-8231. Citado na página 25.
- SCHULZ, P. A. Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de lord kelvin. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 509–512, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 71 e 72.
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, v. 27, p. 379–423, 623–656, jan. 1948. ISSN 15591662. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9230594><http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=584091.584093>>. Citado 14 vezes nas páginas 26, 33, 54, 57, 58, 59, 66, 80, 82, 83, 86, 91, 98 e 99.
- SIQUEIRA, A. H. de. *Arquitetura da Informação: Uma proposta para fundamentação e caracterização da disciplina científica*. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade de Brasília (UnB), 2012. Citado 30 vezes nas páginas 11, 27, 32, 33, 58, 59, 62, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106 e 108.
- VAN GIGCH, J. P.; PIPINO, L. L. In search of a paradigm for the discipline of information systems. *Future Computing Systems*, Maruzen Company Limited, Tokyo, Japan, Japan, v. 1, n. 1, p. 71–97, out. 1986. ISSN 0266-7207. Disponível em:

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=6853.6857>>. Citado 11 vezes nas páginas 15, 22, 33, 34, 35, 91, 93, 94, 95, 96 e 108.

VEDRAL, V. A vida em um mundo quântico. *Scientific American Brasil*, São Paulo, p. 30–35, jul. 2011. Citado na página 33.

WERSIG, G.; NEVELING, U. The Phenomena of Interest to Information Science. *The information scientist*, v. 9, n. 4, p. 127–140, 1975. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 58.



# Índice

- álgebra de Boole, 61
- acidente, 68, 69
- Alain Aspect, 79
- Albert Einstein, 72, 73
- algoritmos quânticos, 83
- Aristóteles, 68, 71, 91
- arquiteto de informação, 62
- Arquitetura da Informação, 26, 32, 33, 59, 62, 67, 92, 93, 100
- Arquivologia, 25
- Biblioteconomia, 25
- Biologia, 67
  - Molecular, 86
- BRAIN, 31
- características quânticas, 76
- Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação, 27
- Ciência
  - da Computação, 26, 33, 60, 66, 67, 81
  - da Informação, 25, 31, 53, 59, 81
  - da Informação Quântica, 81, 82
- Ciência da Computação, 99
- Ciências Naturais, 31, 33
- Cibernética, 54, 98
- classificacao, 97
- colapso de onda, 79
- constante de Planck, 72
- criptografia quântica, 82
- dado, 59, 64
- decaimento, 76
- decoerência, 78
- Dinâmica, 64
- dualidade da luz, 73
- efeito foto-elétrico, 71
- Eletromagnetismo, 71
- emaranhamento, 79, 82
- Empirismo, 70, 86, 105
- entropia, 54, 66, 82, 86
- entropia de Boltzman, 80
- Epistemologia, 93
- Ernest Rutherford, 74
- Erwin Schrödinger, 75, 76
- Espaço, 64
- espaço
  - do Conhecimento, 59
  - do Objeto, 59
  - do observador, 33
  - do Sujeito, 59
- espaços de informação, 82
- Estado, 64
- estrutura atômica, 74
- etmologia da informação, 69
- experimento
  - da dupla fenda, 76, 77
  - das duas fendas, 78
  - de Davisson, 76
  - de dupla fenda, 73
  - de Rutheford, 74
  - de Young, 73
- Física, 26, 33, 58, 60, 66–68, 71
  - Clássica, 71, 75
  - Clássica e Quântica, 60
  - Estatística, 86
  - Quântica, 72, 73
  - Teórica, 26
- fóton, 72
- fenômeno, 33, 64, 70, 76

- Fenomenologia, 26, 70, 93, 100, 101, 105, 107
- Filosofia Natural, 67, 71
- função de onda, 78
- gato de Schrödinger, 76, 78
- Genética, 55, 62, 99
- História
- da Ciência, 70
  - da Física, 71, 73
- imagem, 26, 64
- informação
- , dado e conhecimento, 58
  - como o resultado de uma medição, 60
  - como objeto de estudo, 31
  - como probabilidade, 54
  - como uma mensagem, 54
  - do objeto, 102
  - do sujeito, 102
  - e Cibernética, 57
  - e conhecimento, 54
  - e entropia, 56
  - e Probabilidade, 58
  - na Biologia, 61
  - na Ciência da Computação, 60
  - na Física, 60, 91
  - no nível Científico, 98
  - no nível Epistemológico, 99
  - no nível Fenomenológico, 101
  - no nível Ontológico, 26, 32, 86, 87, 102
  - no nível Tecnológico, 97
  - Ontológica, 59
  - quântica, 80
  - teleonômica, 55
- Isaac Newton, 71
- It from Bit, 32
- James Clerk Maxwell, 71
- José María Díaz Nafría, 85
- justificativa, 31
- Louis de Broglie, 73
- Máquina de Turing, 26, 61
- método científico, 68
- Max Born, 77
- Max Planck, 72, 73
- Mecânica
- Estatística, 71
  - Quântica, 73, 75, 76, 80, 81, 86
- Meta-Modelagem  $M^3$ , 34, 93
- metodologia, 33
- Michael Faraday, 71
- modelo atômico, 74
- natureza da informação, 25, 32, 59
- Niels Bohr, 74
- objetivo
- especificos, 29
  - geral, 29
- objeto, 26, 64, 70, 101
- observador, 75
- onda de probabilidade, 77
- Ontologia, 68, 92, 93
- e ontologias, 65
  - e Substância, 68
- princípio da incerteza, 76, 77, 79
- problema
- conceitual, 31
  - da dissertação, 25
  - da localização, 32
  - de Wiener, 32
- problemas de Floridi, 32, 59
- qbit, 80, 91
- qbits, 83, 99
- quanta, 72
- questões de Bates (1999), 31
- Racionalismo, 70, 100, 105



- Racionalismo e Empirismo, 69, 94, 101  
radiação de corpo negro, 71, 72  
referenciais históricos, 67  
ressonância magnética, 80
- spin, 79, 80  
substância, 56, 68, 69  
sujeito, 26, 59, 64, 70, 75, 78, 100, 101  
superposição, 78, 80, 83
- Tales de Mileto, 67  
Teleonomia, 55  
Teoria  
  da Informação, 26, 61, 80, 91, 98  
  Geral da Arquitetura da Informação,  
    26, 59, 62, 63, 82, 107  
  Geral dos Sistemas, 57  
  Matemática da Comunicação, 26, 54,  
    58, 85–87  
  Matemática dos Jogos, 57  
Termodinâmica, 54, 56, 71, 72, 82, 83, 86  
TGAI, 26, 32  
Transformação, 64
- universo de pesquisa, 33
- visão de mundo, 33, 34, 93  
visão multidimensional da informação, 87
- Werner Heisenberg, 77  
William Thomson Kelvin, 72  
Wolfgang Hofkirchner, 85