



**Universidade de Brasília**  
**Faculdade de Ciência da Informação**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**

*Marcelo Stopanovski Ribeiro*

**Características da informação na Teoria Quântica e  
suas possíveis interpretações para um  
objeto informacional na Ciência da Informação.**

Brasília, novembro de 2014.

**Características da informação na Teoria Quântica e  
suas possíveis interpretações para um  
objeto informacional na Ciência da Informação.**

Tese apresentada à Universidade de Brasília,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Doutor em Ciência da Informação.

**Orientador**

*Prof. Dr. Cláudio Gottschalg-Duque*

*Marcelo Stopanovski Ribeiro*

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1019023.

Ribeiro, Marcelo Stopanovski.  
R484c Características da informação na Teoria Quântica e suas possíveis interpretações para um objeto informacional na Ciência da Informação / Marcelo Stopanovski Ribeiro. -- 2014.  
x, 129 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2014.

Inclui bibliografia.

Orientação: Cláudio Gottschalg-Duque.

1. Arquitetura da Informação. 2. Ciência da informação.  
3. Mecânica quântica. 4. Teoria da informação - Filosofia.  
5. Poder Judiciário. 6. Interceptação telefônica.  
I. Duque, Cláudio Gottschalg. II. Título.

CDU 002:004



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Título:** “Características da informação na Teoria Quântica e suas possíveis interpretações para um objeto informacional na Ciência da Informação”.

**Autor (a):** Marcelo Stopanovski Ribeiro

**Área de concentração:** Transferência da Informação

**Linha de pesquisa:** Organização da Informação

Tese 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 **Doutor** em Ciência da Informação.

Tese aprovada em: 26 de novembro de 2014.

**Prof. Dr. Cláudio Gottschalg Duque**  
Presidente (UnB/PPGCINF)

**Prof.ª. Dr.ª. Ivette Kafure Muñoz**  
Membro Interno (UnB/PPGCINF)

**Prof. Dr. Aires José Rover**  
Membro Externo (UFSC)

**Prof. Dr. Denivaldo Cícero Pavão Lopes**  
Membro Externo (UFMA)

**Prof. Dr. George Leal Jamil**  
Membro Externo (IETEC)

**Prof.ª. Dr.ª. Dulce Maria Baptista**  
Suplente (UnB/PPGCINF)

## ***Dedicatória***

*Para Danti Luiz Ribeiro (in memoriam),  
Sempre na memória de quem sou.*

## ***Agradecimentos***

Para Érica no início, no fim e no meio, pela mais qualificada crítica, profunda, séria e amorosa; pelo apoio condicionado ao resultado; por existir.

Para Sara e Isabela como tentativa de exemplo de esforço cujo resultado é o conhecimento, a coisa mais valiosa da qual tenho notícia.

Para Jelena, mãe, Vanessa, irmã, e Adara, sobrinha, pela torcida constante e chamamento à ação. Para Dona Otília e Seu Valdir, pelo apoio e confiança.

Aos *Brothers*, simplesmente: Força Sempre!

Ao sócio e camarada Antenor Madruga, pelos rápidos e diretos toques, e, especialmente, pelo exemplo de conhecimento e competência.

A todos os colegas de trabalho atuais (FeldensMadruga e i-luminas) em nome de Ana Belotto, incansável defensora das boas ações e do futuro do planeta. Aos antigos (CGU e DRCI) em nome de Felipe Dantas, companheiro de discussões qualificadas e parceiro nas reflexões teóricas.

Aos que tiveram paciência para os intermináveis dias cuja desculpa para não estar presente era o estudo e a escrita, especialmente Kamilla Matos e Eduardo Mattos, valeu!

À Martha Araújo, da secretaria do PPGCINF, pela praticamente co-orientação, obrigado, cheguei à etapa final porque você acreditou.

Ao Prof. André Lopez, pelos ensinamentos sobre a vida docente.

Aos membros da banca de defesa, professores Denivaldo Lopes e George Jamil pela presença e interesse. À Prof.<sup>a</sup> Ivette Muñoz por uma conversa esclarecedora e indicação acertada da Prof.<sup>a</sup> Dulce Baptista. E à Prof.<sup>a</sup> Dulce pelo apoio em momentos críticos da evolução do trabalho. Ao Prof. Aires Rover pela história, pioneirismo e referência.

E, finalmente, ao orientador, Prof. Cláudio Gottschalg-Duque, conhecido pela capacidade de salvar orientandos terminais, obrigado pelo crédito, pelo apoio e pelo incentivo fundamental, impagável.

***Realidade e informação são a mesma coisa.***

*(Anton Zeilinger)*

## **Resumo**

A tese é estruturada em dois momentos. O primeiro deles representa a construção de base teórica interdisciplinar que produz inter-relações entre as características da informação, na Teoria Quântica, e o fenômeno da informação como objeto da Ciência da Informação. Como resultado dessa inter-relação, é apresentado quadro de referência das características quânticas da informação, utilizado para orientar a interpretação do objeto informacional do trabalho. Tal abordagem inclui, também, a discussão do próprio conceito de informação na Ciência da Informação, a qual se dá à luz de categorias advindas das ciências naturais. No segundo momento, o quadro é aplicado para a interpretação de objeto informacional delimitado: interceptações telefônicas judiciais. O resultado pretendido, enquanto hipótese, é a demonstração de que o entendimento de características quânticas da informação, na perspectiva da Ciência da Informação, contribui para a compreensão da arquitetura da informação que descreve um objeto informacional delimitado.

## **Abstract**

*This thesis is structured in two moments. The first moment represents the construction of a theoretical interdisciplinary basis, aiming at producing inter-relations between the characteristics of the information - as understood in Quantum Theory - and the information phenomenon as Information Science object. The result of this inter-relation is a reference framework on the quantum characteristics of the information, used to guide the interpretation of the informational object. That approach also includes the discussion of the concept of information, in Information Science, considered the categories deriving from the natural sciences. In the second moment, the framework is applied to the interpretation of delimited informational object: judicial telephone interceptions. The result, hypothetically, is the demonstration that the understanding of quantum characteristics of the information, in view of the Information Science, contributes to the understanding of the information architecture that describes a specific informational object.*

## ***Lista de Tabelas***

Tabela 2-1 Quantidades recuperadas com a palavra-chave ‘PHYSICS’ .....	21
Tabela 2-2 Quantidades recuperadas com a palavra-chave ‘FÍSICA’ .....	22
Tabela 2-3 Quantidades recuperadas com a palavra-chave ‘QUÂNTICA (O)’ .....	62
Tabela 2-4 Quantidades de textos relevantes em periódicos nacionais.....	64
Tabela 2-5 Quantidades recuperadas com a palavra-chave ‘QUANTUM’ .....	65
Tabela 2-6 Quantidades consideradas relevantes periódicos estrangeiros .....	67

## ***Lista de Quadros***

Quadro 1-1 Esquema Geral da Construção da Tese .....	15
Quadro 2-1 Termos ligados à palavra-chave ‘FÍSICA’ .....	22
Quadro 2-2 Quadro resumo CI e Interdisciplinaridade .....	28
Quadro 2-3 Nuvem de palavras (Tamanho indica frequência) .....	35
Quadro 2-4 Nuvem de termos para a palavra conhecimento .....	35
Quadro 2-5 Árvore de palavras para “informação não” .....	36
Quadro 2-6 Rede de palavras com o conector “e” .....	36
Quadro 2-7 Rede de palavras com o conector “é” .....	37
Quadro 2-8 Rede de palavras com o conector “espaço” .....	37
Quadro 2-9 Árvore de palavras para o termo “informação como” .....	38
Quadro 2-10 Resumo das características quânticas da informação .....	61
Quadro 2-11 Termos ligados à palavra-chave ‘Quantum’ .....	67
Quadro 2-12 Comparação Teoria Geral da Relatividade x Mecânica Quântica .....	69
Quadro 2-13 Resumo sobre Ciência da Informação e Teoria Quântica .....	85
Quadro 3-1 Características Quânticas da informação e transposição para a CI.....	97
Quadro 4-1 Movimentação processual do poder judiciário em 2012.....	100
Quadro 4-2 Informações em um processo com interceptações telefônicas .....	103

## ***Lista de Figuras***

Figura 2-1 Experimento da dupla fenda .....	40
Figura 2-2 Interferência no espelho d'água .....	41
Figura 2-3 Comparação do comportamento dual da luz .....	43
Figura 2-4 Resultado gráfico do experimento da dupla fenda .....	43
Figura 2-5 Equação de estados superpostos .....	48
Figura 2-6 Escudo de armas do cavaleiro Niels Bohr .....	53
Figura 2-7 Agrupamento das características da Informação na Teoria Quântica .....	60
Figura 2-8 Construção de uma arquitetura da informação intencional .....	88
Figura 4-1 Desenho da arquitetura geral das interceptações telefônicas .....	103
Figura 4-2 Descrição exemplificativa dos metadados .....	108
Figura 4-3 Interface do Sistema Guardiã .....	109
Figura 4-4 Interface do sistema de análise ID Seg .....	109
Figura 5-1 Iconização da informação .....	113
Figura 5-2 Rede de relações entre ícones de informação .....	114

## Sumário

Dedicatória .....	v
Agradecimentos .....	vi
Resumo .....	viii
Abstract .....	viii
Lista de Tabelas .....	ix
Lista de Quadros .....	ix
Lista de Figuras .....	x
1. Introdução .....	12
1.1 Justificativa .....	12
1.2 Objetivo geral .....	14
1.3 Objetivos específicos.....	14
1.4 Estrutura do trabalho .....	15
1.5 Metodologia .....	16
2 Referencial teórico .....	20
2.1 A interdisciplinaridade na Ciência da Informação.....	21
2.2 O(s) conceito(s) de informação .....	29
2.3 Características da informação na Teoria Quântica .....	39
2.4 Coleta da bibliografia em Ciência da Informação .....	62
2.5 Revisão da bibliografia da Ciência da Informação .....	68
2.6 A arquitetura da informação .....	86
3 Quadro de características quânticas da informação .....	89
3.1 A natureza da informação .....	89
3.2 Quadro de referências.....	97
4 Delimitação do objeto informacional .....	99
4.1 Interceptações telefônicas judiciais .....	99
5 Interpretação e conclusões .....	111
5.1 Interpretação do objeto informacional .....	111
5.2 Perspectivas .....	118
6 Referências .....	120

## **1. Introdução**

A tese que a seguir se apresenta possui dois momentos distintos e sequentes. O primeiro ponto levantado no trabalho é a construção de uma base teórica interdisciplinar, por meio de revisão de bibliografia, que interligue características da informação na Teoria Quântica com o fenômeno da informação objeto da Ciência da Informação. Tal abordagem passa também pela discussão do conceito de informação na Ciência da Informação com vistas à Teoria Quântica.

No segundo momento essas características descritas são aplicadas à interpretação de um objeto informacional delimitado, qual seja, interceptações telefônicas judiciais.

Em suma, pretende-se aplicar a referência teórica na compreensão do objeto informacional, interpretando a arquitetura da informação descrita com base em características quânticas da informação.

Pressupondo-se e descrevendo-se a Ciência da Informação como uma ciência de paradigma interdisciplinar, o resultado pretendido, enquanto hipótese, é a demonstração de que o entendimento de características quânticas da informação na perspectiva da Ciência da Informação contribui para a compreensão da arquitetura da informação de um objeto informacional delimitado.

Permeando todo o trabalho está a construção de um quadro de referência. O quadro inicia quando da listagem de características quânticas da informação, agrega a interpretação destas características utilizando o discurso do campo da Ciência da Informação e termina por ser utilizado na compreensão do objeto informacional em uma perspectiva empírica.

### **1.1 Justificativa**

A importância da tese para a Ciência da Informação deve se dar pela utilização de um referencial teórico, construído pelo transporte interdisciplinar de característica da informação na Teoria Quântica, na interpretação de um objeto informacional.

A decisão de escolha de um estudo no campo da Teoria Quântica, se deve, principalmente, ao fato de que a Teoria Quântica parece ser a própria descrição da natureza com base na informação, conforme Wheeler (1990) e Zeilinger (2005).

As características da informação se misturam às próprias características dos objetos na física quântica, não há um limiar preciso entre o que é informação e o que é o objeto, vide Bohr (1995), Wheeler (1990) e Zeilinger (2005).

Sendo a Teoria Quântica uma das mais bem sucedidas teorias científicas, conforme Bawden (2007) e Ribeiro (2001), a justificativa de relevância do tema reside na originalidade do estudo teórico sobre as características da informação nesta teoria em relação ao campo da Ciência da Informação.

A aplicação da navalha de Ockham<sup>1</sup> à delimitação da tese ensejou um tema que liga um referencial teórico interdisciplinar à aplicação interpretativa de um objeto palpável. A justificativa para que o objeto informacional 'interceptações telefônicas judiciais' seja o elemento para ser interpretado por uma teoria de referência sobre a informação, é a de que ele representa aspectos de uma prova com volume expressivo dentro do processo criminal, sendo contruída com a utilização de modernas tecnologias da informação. O objeto informacional escolhido possui interesse jurídico e social atual vide sua exposição constante na mídia nacional. A descrição do objeto informacional é realizada apresentando sua arquitetura da informação.

Assim, o problema de pesquisa apresentado passa pela utilização de referenciais teóricos sobre características da informação provenientes da Teoria Quântica em um objeto informacional relevante, com a perspectiva interpretativa da Ciência da Informação.

A hipótese aventada para guia da pesquisa é a de que a interpretação do objeto informacional com a utilização de referências teóricas interdisciplinares, sobre características quânticas da informação, ajudará no entendimento do comportamento do objeto, em seu aspecto informacional.

Como delimitação do escopo, ressalta-se que não se trata de propor um modelo para que operadores jurídicos ou cientistas da informação passem a usá-lo

---

<sup>1</sup> Termo ligado à filosofia de Guilherme de Ockham, filósofo inglês do século XIV que afirma que a melhor explicação sobre algo é sempre a mais simples. (O Livro da Filosofia, 2011, p. 332)

como ferramenta, considera-se que o intuito é a construção de referências aplicadas na interpretação de um objeto informacional delimitado, verificando sua aderência enquanto discurso teórico.

Em decorrência de opção de corte epistemológico, indica-se que esta tese utilizará uma definição de referência de 'seres vivos', mas não se aprofundará em questões teóricas que liguem a Teoria Quântica à discussão da vida biológica e aos fundamentos da cognição destes seres em geral.

Como ressalva final, os estudos aqui apresentados não pretendem ser deturpados nos campos nascentes da *informação quântica* e da *computação quântica*, os quais, mesmo sendo próximos do assunto prescindem de abordagens mais ligadas às ciências exatas.

## **1.2 Objetivo geral**

O objetivo final do estudo é demonstrar que as características da informação encontradas na Teoria Quântica servem como possível referencial teórico para a interpretação de um objeto informacional na Ciência da Informação.

## **1.3 Objetivos específicos**

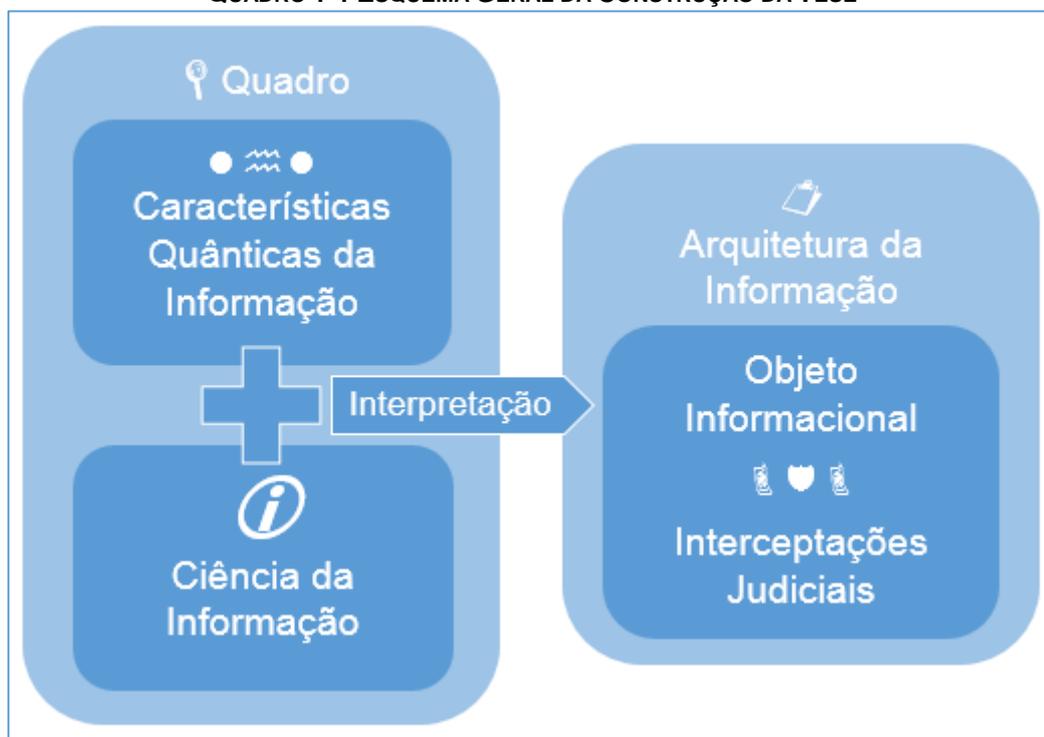
Os objetivos específicos para este trabalho estão dispostos em quatro frentes decorrentes do objetivo geral:

1. Identificar, do ponto de vista teórico, as características quânticas da informação;
2. Pesquisar o estado da arte da utilização da Teoria Quântica em artigos da Ciência da Informação;
3. Descrever o objeto informacional: interceptações telefônicas judiciais, sob a ótica de sua arquitetura da informação; e
4. Aplicar empiricamente um quadro resumo do referencial teórico para a interpretação do objeto informacional.

O esquema geral para desenvolvimento dos objetivos geral e específicos do trabalho é apresentado no Quadro 1-1 a seguir. Do lado esquerdo aparecem em somatório as características quânticas da informação e suas acepções na Ciência

da Informação compondo um quadro de referência. No lado direito tem-se a descrição do objeto informacional, interceptações telefônicas judiciais, englobada pela arquitetura da informação deste objeto.

QUADRO 1-1 ESQUEMA GERAL DA CONSTRUÇÃO DA TESE



Fonte: Autor, 2014.

#### 1.4 Estrutura do trabalho

Após os elementos pré-textuais e a introdução, a estrutura do trabalho divide-se em quatro capítulos: 2) referencial teórico; 3) quadro de características quânticas da informação; 4) descrição da arquitetura do objeto informacional; e 5) discussão e conclusões.

O referencial teórico, disposto no capítulo 2, inicia pela caracterização da Ciência da Informação como uma disciplina de concepção interdisciplinar em um paradigma pós-moderno, tarefa executada no subtópico 2.1.

A pesquisa teórica segue por um levantamento de revisão do conceito da informação na Ciência da Informação, este subtópico 2.2 termina com uma nova divisão (2.2.1) que analisa de forma rápida e visual os pontos relevantes dos conceitos listados com vistas aos assuntos da tese.

O capítulo 2 continua com o subtópico 2.3 descrevendo a fundamentação teórica das características da informação na Teoria Quântica com base em bibliografias de divulgação científica.

Na sequência, ainda durante a construção do referencial teórico, os subtópicos 2.4 e 2.5, trabalham respectivamente o levantamento e a revisão da bibliografia sobre o tema Teoria Quântica encontrada em periódicos da Ciência da Informação.

O capítulo de referencial teórico termina com o subtópico 2.6, o qual apresenta a concepção da arquitetura da informação utilizada nesta tese, posicionando-a como descritora do objeto informacional.

O capítulo 3 divide-se em dois subtópicos que tratam da reflexão sobre a natureza da informação e a positivação do quadro de referência de características quânticas da informação com entendimentos na Ciência da Informação.

Em seguida o capítulo 4 descreve o objeto informacional: interceptações telefônicas judiciais para que este possa ser utilizado como referência empírica nas discussões finais do trabalho.

O capítulo 5 é responsável pela discussão da aplicação do quadro gerado no capítulo 3 sobre o objeto informacional descrito no capítulo 4. Esta aplicação levanta questões ligadas à Ciência da Informação e nela aparecem as conclusões do trabalho. Ainda no capítulo 5, o subtópico 5.2 delimita algumas perspectivas para estudos futuros.

A tese apresenta em suas páginas finais as referências bibliográficas utilizadas nas pesquisas.

## **1.5 Metodologia**

A pesquisa possui natureza qualitativa e básica, entendida com uma tentativa de compreensão do contexto que gera um conhecimento adicional (MARQUES, 2012, p. 35).

O trabalho possui os objetivos específicos de descrever características da informação na Teoria Quântica; estudar o estado da arte da Ciência da Informação quanto a este tema; e descrever a arquitetura da informação do objeto informacional:

interceptações telefônicas judiciais, culminando em um processo de interpretação que pretende explicar o objeto empírico com base nos aspectos teóricos estudados, etapa que utiliza um quadro de referência como apoio metodológico. Tem-se, no viés do objetivo da pesquisa, um trabalho de descrição e explicação, conforme categoriza Marques (2012):

(...) Descrever significa mostrar como é um fato, objeto ou fenômeno. Explicar, por outro lado, é dizer por que tal objeto, fato ou fenômeno é daquele jeito.

É possível que a pesquisa descritiva também seja uma etapa anterior à explicativa, um tipo mais complexo de pesquisa (MARQUES, 2012, p. 98).

Na perspectiva do método utilizado tem-se basicamente um trabalho de levantamento e análise bibliográfica (MARQUES, 2012, p. 99). Uma pesquisa teórica fundamentada pela leitura e interpretação de textos.

Em antecipação à descrição de características da informação na Teoria Quântica, a tese insere na referência teórica um levantamento de conceitos para informação dentro da Ciência da Informação. Este levantamento une artigos considerados fundamentais com revisões da literatura sobre os conceitos, na busca do máximo de conceitos possíveis, agrupados a seguir de forma visual.

A bibliografia é abordada em duas frentes. Primeiro, quando da busca por características da informação na Teoria Quântica, se utiliza da literatura de divulgação científica como uma camada de entendimento mais leiga e não especializada das categorias, em comparação à especialidade das definições *intra* ciência.

As condições que associam e, ao mesmo tempo, separam conhecimento vulgar ou conhecimento do senso comum do conhecimento científico também parecem estar se modificando devido a novas posturas da comunidade científica, principalmente no âmbito da divulgação científica. Essa aparente transformação atinge diretamente a cultura científica, espera-se que já distante do cientificismo clássico, em quase todas as suas instâncias, ou seja, os processos, procedimentos e produtos científicos são, em certo sentido, disponibilizados ao público especializado (pares) e ao público leigo (senso comum). Uma espécie de tolerância científica parece estar sendo aplicada às teorias e métodos da própria ciência. Pode-se dizer que os campos de conhecimento estão buscando ultrapassar as barreiras que existem entre eles (FRANCELIN, 2004, p. 9).

. Nesse processo, cada característica quântica da informação selecionada é descrita com base na literatura de divulgação científica publicada por físicos que destacam aspectos teóricos e epistemológicos da Teoria Quântica, sendo: Pagels (1986), Bohr (1995), Barrow (1998), Klein (2000), Hawking e Mlodinow (2005), Zeilinger (2005), Pessoa Júnior (2006) e Polkinghorne (2011).

O segundo grupo de literatura está nos periódicos do campo da Ciência da Informação, nacionais e internacionais. Para a seleção dos textos relevantes é utilizada uma pesquisa por termos considerados relevantes seguida de seleção de conteúdo, descritas de forma bibliométrica.

A bibliografia é ainda explorada de forma rápida e com referenciais consagrados, para a construção da definição de trabalho da arquitetura da informação utilizada pela tese. Esta contextualização permite a descrição do objeto informacional enquanto uma estrutura esquemática de sua forma.

O contexto de aplicação da tese se dá sobre o objeto informacional: interceptações telefônicas judiciais, visualiza-se como metodologia a pesquisa documental em relatórios de trabalho sobre o funcionamento dos sistemas de captação e, bibliográfica, na jurisprudência e doutrina jurídica sobre a operacionalização da coleta e uso deste tipo especial de prova processual criminal.

O momento de coleta do objeto informacional é enquadrado como um levantamento documental, pois as interceptações telefônicas judiciais devem ser entendidas como provas dentro de um processo criminal, e nesse sentido documentos. Segundo Marques (2012) “Nada impede que uma pesquisa seja bibliográfica e documental, por exemplo, simultaneamente” (MARQUES, 2012, p. 99).

Nesse sentido verifica-se que a técnica de pesquisa ou ferramenta utilizada é a análise documental para a coleta do objeto informacional (MARQUES, 2012, p. 106). A experiência do autor é fundamental para o acesso ao objeto informacional, pois geralmente tal prova encartada nos processos possui o caráter de acesso restrito, um segredo de justiça (GOMES e SÍLVIO, 2013, p. 76).

Para que o presente estudo possa ser efetivado o autor, possuindo acesso a diversas massas de informação desta natureza em razão de seu trabalho<sup>2</sup>, produzirá um apanhado coletivo e desvinculado de casos concretos, descrevendo os documentos em uma linha média por sua arquitetura da informação, ou seja, pelo desenho da estrutura de construção, armazenamento e acesso das informações formadoras da prova baseada em interceptações.

---

<sup>2</sup> O autor é diretor de produção e sócio da empresa i-luminas (www.i-luminas.com) – Suporte a Litígios, especializada em análise de provas processuais baseadas em quebras de sigilo telefônico, e que presta serviços para escritórios de advocacia criminal no Brasil.

Ainda, a metodologia para a fase final do trabalho, que é a discussão do referencial teórico utilizando o objeto informacional como base empírica, é apoiada por um quadro de referência que une interpretações dos referenciais teóricos colhidos da Teoria Quântica e da Ciência da Informação.

## **2 Referencial teórico**

Como primeira parte deste capítulo traz-se um tópico específico para frisar o entendimento de que a Ciência da Informação utiliza uma abordagem interdisciplinar na construção de seus referenciais, permitindo e até incentivando a pesquisa e a reflexão apresentadas nesta tese.

O referencial teórico da tese segue apresentando um exercício de revisão a respeito do conceito de informação na Ciência da Informação. Tal momento funciona para identificar possíveis pontos de ligação dos conceitos de informação na Ciência da Informação com elementos úteis para o levantamento que segue sobre a Teoria Quântica.

O cerne do referencial teórico do trabalho que aqui se desenvolve é descrito a seguir, conforme a metodologia proposta, em dois níveis:

- I. Literatura de divulgação científica sobre a Física, notadamente a Teoria Quântica, disponível em livros escritos por físicos destacados na comunidade científica.

O uso da literatura de divulgação científica presta-se à fundamentação das características da informação na Teoria Quântica com base em um material próprio para a leitura leiga, em relação aos aspectos matemáticos do assunto, mas que esmera-se na interpretação filosófica das categorias.

- II. Artigos científicos publicados em periódicos de Ciência da Informação, que abordem questões da Teoria Quântica, no tocante a características da informação.

Este segundo nível do cerne do referencial teórico colhe e descreve as referências da Teoria Quântica já utilizadas nas publicações periódicas da Ciência da Informação. Os procedimentos metodológicos para a coleta do material disposto nesta parte do referencial teórico aparecem descritos de forma bibliométrica em um subtópico que antecede a revisão dos artigos.

Finalmente, este capítulo sobre referencial teórico acaba por apresentar a arquitetura da informação como estratégia de descrição de objetos informacionais.

## 2.1 A interdisciplinaridade na Ciência da Informação

Quando do início das pesquisas para esta tese, uma primeira rodada de levantamentos bibliográficos foi realizada. Esta coleta não definitiva utilizou o termo 'FÍSICA' para o português e 'PHYSICS' para o inglês na tentativa de localização de artigos relevantes em um nível alto de abrangência, mas com precisão baixa quanto ao assunto específico que se quer analisar.

Os resultados dos levantamentos foram publicados como pôster no XII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, realizado na cidade de Brasília, em 23 a 26 de Outubro 2011. O pôster recebeu o título de 'Características Naturais da Informação: Visão interdisciplinar da Ciência da Informação com a Física e a Biologia' por Stopanovski Ribeiro e Araújo Jr. (2011).

Identificou-se que para a língua inglesa a pesquisa do termo foi pouco precisa, conforme o volume descrito na Tabela 2-1, a qual arrola a distribuição dos 3024 resultados encontrados em 19 periódicos.

**TABELA 2-1 QUANTIDADES RECUPERADAS COM A PALAVRA-CHAVE 'PHYSICS'**

Nº	Periódico	PHYSICS
1	AMERICAN LIBRARY ASSOCIATION	6
2	ASLIB PROCEEDINGS NEW INFORMATION PERSPECTIVES	375
3	CURRENT CITES	5
4	ETHICS AND INFORMATION TECHNOLOGY	1
5	IFLA JOURNAL	77
6	IN THE LIBRARY WITH THE LEAD PIPE	2
7	INFORMATION RESEARCH	103
8	INFORMING SCIENCE	29
9	INTERNATIONAL INFORMATION AND LIBRARY REVIEW	25
10	INTERNATIONAL REVIEW OF INFORMATION ETHICS	5
11	JOURNAL OF DOCUMENTATION	287
12	JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE	235
13	JOURNAL OF LIBRARIANSHIP AND INFORMATION SCIENCE	89
14	JOURNAL OF THE ASIS&T	1238
15	NEW LIBRARY WORLD	241
16	PROGRESSIVE LIBRARIAN	66
17	RESOURCESHELF	116
18	SRRT NEWSLETTER	4
19	THE INDEXER	120
	<b>Total</b>	<b>3024</b>

**Fonte:** Stopanovski Ribeiro e Araújo Jr. (2011). Período do levantamento: jan-fev/2011.

A Tabela 2-2 na sequência descreve as quantidades encontradas e os periódicos nacionais acessados com a pesquisa utilizando a palavra-chave escolhida em português.

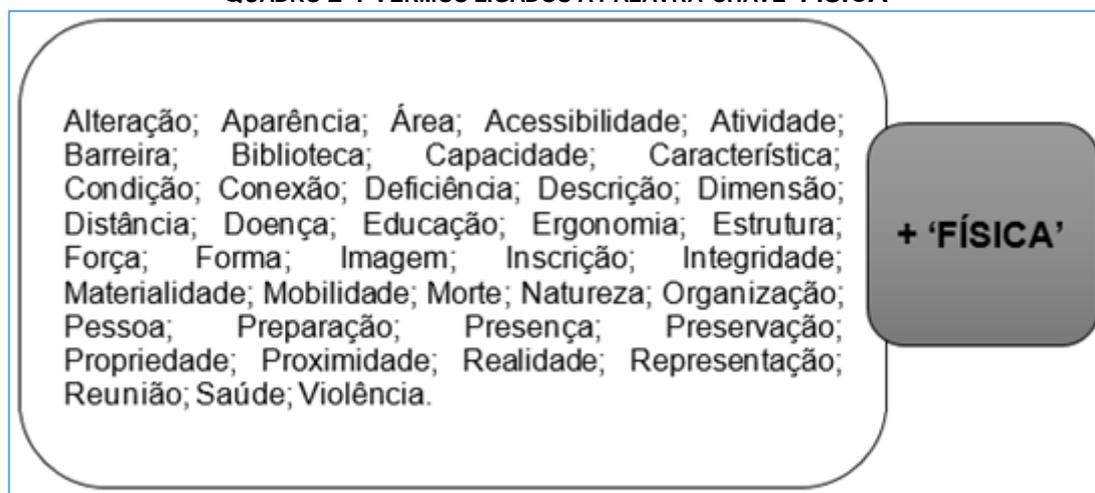
**TABELA 2-2 QUANTIDADES RECUPERADAS COM A PALAVRA-CHAVE 'FÍSICA'**

Nº	Periódico	FÍSICA
1	BIBLIONLINE	9
2	BIBLOS	1
3	CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	68
4	DATAGRAMAZERO	0
5	EM QUESTÃO	66
6	ENCONTROS BIBLI	5
7	EXTRA LIBRIS	12
8	INCID: REVISTA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO e DOCUMENTAÇÃO	0
9	INFORMAÇÃO & INFORMAÇÃO	3
10	INFORMAÇÃO & SOCIEDADE: ESTUDOS	1
11	LIINC EM REVISTA	2
12	PERSPECTIVAS EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	7
13	PONTO DE ACESSO	2
14	REVISTA ACB	5
15	REVISTA BRASILEIRA DE BIBLIOTECONOMIA e DOCUMENTAÇÃO	1
16	REVISTA DIGITAL DE BIBLIOTECONOMIA e CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	2
17	REVISTA IBERO-AMERICANA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - RICI	1
18	TENDÊNCIAS DA PESQUISA BRASILEIRA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
19	TRANSINFORMAÇÃO	2
<b>Total</b>		<b>187</b>

**Fonte:** Stopanovski Ribeiro e Araújo Jr (2011). Período do levantamento: jan-fev/2011.

Aprofundando o estudo verificou-se que a baixa precisão levou ao descarte por irrelevância de mais de 90% do coletado. Como exemplos do contexto real da palavra-chave no artigo o Quadro 2-1 apresenta 40 (quarenta) palavras, as quais junto com a palavra-chave procurada formaram termos que deslocam o assunto do texto para outro que não características naturais da informação encontradas na ciência Física. O próprio termo 'característica física' quando encontrado tratou de questões visíveis de objetos. Ressalta-se que os termos foram normalizados para o singular para comporem o quadro.

**QUADRO 2-1 TERMOS LIGADOS À PALAVRA-CHAVE 'FÍSICA'**



Fonte: Autor, 2013.

Um resultado residual do levantamento foi a descoberta de um grupo de artigos que lista a Física como uma das ciências fonte para a abordagem interdisciplinar na Ciência da Informação. A discussão destes artigos mereceu a construção deste subtópico componente do referencial teórico.

De um lado quanto mais a abordagem da Ciência da Informação utiliza o conceito de informação como uma coisa ou um elemento mensurável, mais existe proximidade com as ciências exatas. Abordagem esta que marca uma fase inicial da construção das referências da Ciência da Informação (CI), veja-se:

**CI e Física**  
→

De acordo com Pinheiro & Loureiro (1995), em 1948, a obra de Norbert Wiener, *Cybernetics or control and communication in the animal and machine*, e, no ano seguinte, o livro *The mathematical theory of communication*, de Claude Shannon e Warren Weaver, marcam o prenúncio do que viria a ser a ciência da informação.

Os autores apontam vários fatos ocorridos na década de 60 que significam verdadeiros marcos da formação de um novo campo disciplinar: a conferência realizada no Georgia Institute of Technology em 1962, o Relatório Weinberg em 1963, o trabalho Informática, de Mikhailov, em 1966, o estudo de Rees e Saracevic em 1967 e, por fim, a clássica definição de Borko presente em *Information Science: what is it?*, de 1968 (ARAÚJO, 2003, p. 21).

e

**CI e Ciência da Computação**  
→

No domínio da informática, Turing concebeu uma máquina capaz de resolver todos os problemas calculáveis. Shannon construiu uma teoria da informação como teoria estatística do sinal e dos canais de comunicação; Wiener explicou o comportamento dos organismos através de um mecanismo de casualidade circular denominado feedback, lançando as bases da Cibernética. Em todas estas teorias, o aspecto cognitivo está presente na preocupação em considerar a forma como o homem pensa, como manipula a informação, como se apropria do conhecimento. Os aspectos levantados pelas Ciências da Computação, pela Cibernética e pela Teoria da Informação também influenciaram a Ciência da Informação. [...]

Há consenso entre os autores ao admitir que as origens da Ciência da Informação encontram-se na Biblioteconomia, em especial nas áreas de documentação e recuperação da informação, e que seu surgimento está intimamente ligado à revolução científica e técnica que se seguiu à II Grande Guerra, em especial ao desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs (SARACEVIC, 1996; INGWERSEN, 1992; LE COADIC, 1996). Mais tarde, afirmou-se que a Comunicação, a Epistemologia, a Sociologia, a Sociolinguística, a Psicolinguística, a Teoria da Informação, a Matemática, a Ciência da Computação e a Psicologia foram, e são, disciplinas que influenciaram e ainda influenciam a Ciência da Informação (ROZADOS, 2003, p. 80 e 81).

**CI e várias outras ciências**  
→

Quando a informação passa a ser entendida como um processo social, cujos significados são construídos em razão do contexto e dos atores, abre-se espaço para uma vertente mais social do campo.

**CI e ciências sociais**  
→

Um suporte teórico fundamental nesse movimento é exatamente o trabalho de Berger & Luckmann. Ao discutir a realidade como algo que é construído socialmente e não com uma existência em si mesma, independentemente dos sujeitos que conhecem, os autores abrem caminho para uma compreensão da

informação não como um dado, uma coisa que teria um significado e uma importância per se, mas como um processo, como algo que vai ser percebido e compreendido de variadas formas de acordo com os sujeitos que estão em relação – o que vai na contramão tanto da definição de Borko (1968) sobre o comportamento e o fluxo da informação excluindo os sujeitos, quanto da definição de Buckland (1991), que vê “a informação como coisa” (ARAÚJO, 2003, p. 25).

Essa proliferação de referenciais de ciências sociais e exatas são consideradas no processo de construção de um paradigma interdisciplinar para Ciência da Informação, característica de uma abordagem pós-moderna, vide:

**Paradigma pós moderno**  
→

Fazem parte desse movimento de construção de uma “nova ciência” (Santos, 1996, p. 23-35) as contribuições de Einstein (Teoria da Relatividade), da mecânica quântica (Heisenberg & Bohr), de Godel (Teorema da Incompletude) e de Prigogine (ordem através das flutuações). Outras perspectivas que aí se incluem (Christóvão & Braga, 1997, p. 35-39) são a Teoria do Caos (Lorenz, Stewart e muitos outros) e a Teoria da Autopoiese (Maturana e Varela). No caso da ciência da informação, a característica mais importante que marca sua postura como uma ciência pós-moderna é a aceitação de sua natureza interdisciplinar em essência:

“Constitui-se assim sua interdisciplinaridade, característica cada vez mais presente como componente da Ciência na sociedade atual, em que a magnitude dos problemas enfrentados (ecológicos, étnicos, demográficos) está a exigir soluções inovativas e plurais. A ciência da informação vem se consolidando, então, a partir de elementos emprestados da matemática, da física, da biologia, da psicologia, da sociologia, da antropologia, da semiologia e da teoria da comunicação e de quantas ciências puderem contribuir para sua fundamentação e aplicabilidade” (Cardoso, 1996, p. 74) (ARAÚJO, 2003, p. 26).

A busca de referências para a Ciência da Informação neste ponto do paradigma de uma ciência pós-moderna está na interdisciplinaridade e “não mais na apropriação de conceitos e realização de analogias para a estruturação de um campo disciplinar próprio” Araújo (2003, p. 26). Esta interdisciplinaridade se dá com a “busca da contribuição de novos conhecimentos [...] no contexto do pensamento complexo, de “religação dos saberes” (Morin, 1987 e 2001)“ Araújo (2003, p. 26).

No mesmo sentido:

**CI é interdisciplinar**  
→

A Ciência da Informação não foge ao contexto atual das ciências emergentes ou das ciências recentes. Traz com ela as características de uma nova era na qual a mudança é a única constante e a interdisciplinaridade, o elemento que permeia a formação dos novos campos de saber. [...]

Os autores pesquisados são unânimes em considerar a Ciência da Informação como uma ciência interdisciplinar. A interdisciplinaridade estabelece-se como uma tentativa de unidade do saber, em oposição à fragmentação estabelecida pela disciplinaridade (ROZADOS, 2003, p. 81 e 83).

Rozados indica ainda que:

Em 1990, Saracevic (1996, p.47) redefine a Ciência da Informação buscando contemplar sua evolução e apresentando um enfoque contemporâneo. Para o autor:

## **CI e tecnologia**



“A Ciência da Informação é um campo dedicado às questões científicas e à prática profissional voltadas para os problemas da efetiva comunicação do conhecimento e de seus registros entre os seres humanos, no contexto social, institucional ou individual do uso e das necessidades de informação. No tratamento destas questões são consideradas de particular interesse as vantagens das modernas tecnologias informacionais” (ROZADOS, 2003, p. 82).

Um aspecto de destaque em Saracevic (1996) é a influência tecnológica na perspectiva atual da Ciência da Informação. O que o autor deixa claro é uma tendência em todos os ramos do conhecimento.

É, também pertinente ao contexto, a citação de Monteiro, Carelli e Pickler:

## **CI e tecnologia**



Tal afirmação remete-nos às tecnologias da inteligência (ou tecnologias da informação e comunicação) pelo fato que, para Lévy (1998a), a inteligência sempre foi artificial, equipada de signos, de técnicas, em devir e coletiva. Ainda de acordo com o autor, as línguas, as instituições, os sistemas de signos, de técnicas de comunicação, de representação e de registro informam profundamente as nossas atividades cognitivas, pois é toda uma sociedade que pensa dentro de nós (MONTEIRO, CARELLI e PICKLER, 2006, p. 120).

Tais afirmações indicam uma dependência do contexto histórico para a construção do paradigma de referência de um campo científico, raciocínio também encontrado em Lévy (1993) sobre a construção do pensamento. Na medida que as interações entre os saberes acontecem, a compreensão contextual se amplia e os discursos se aproximam.

A interdisciplinaridade, largamente destacada por Saracevic, e a constatação de uma relação universal entre produtores, usuários e demais *stakeholders* da informação em uma ecologia informacional ou cognitiva Lévy (1993) também se apresentam para sustentar uma necessidade de uma compreensão holística do campo para além de uma perspectiva estritamente social.

Verifica-se a propensão da Ciência da Informação para uma absorção constante do contexto social, histórico e científico, como não poderia deixar de ser, mas com um elemento pragmático em sua construção, nos dizeres de Campos e Venâncio (2007):

## **CI e paradigmas**



O fundamental é que, mais do que nunca, constata-se, no campo da Ciência da Informação, a necessidade da integração de diferentes perspectivas, paradigmas ou abordagens (ou qualquer que seja a denominação utilizada), da tradução, precisão e fundamentação dos conceitos utilizados, da diversificação metodológica e de um viés pragmático que focalize os problemas comuns e soluções adotadas no campo e considere os aspectos culturais, sociais, históricos e epistemológicos (CAMPOS e VENÂNCIO, 2007, p. 117).

Segundo Rozados (2003, p. 84) interdisciplinaridade é considerada a “síntese de duas ou mais disciplinas instaurando um nível diferenciado de discurso, caracterizado por nova linguagem e novas relações estruturais”.

Partindo do conceito apresentado para a interdisciplinaridade, identifica-se um discurso fundamentado na Teoria Quântica como representante de um novo paradigma científico. Tal discurso trata, basicamente, sem maiores aprofundamentos, de um estado de união entre o observador e o objeto, como o visto na seguinte citação sobre a propositura de um novo paradigma educacional para a Ciência da Informação:

**Paradigma Quântico**  
→

Nesse último ponto, vê-se afirmado que o Contexto Educacional, sob o Paradigma Educacional Emergente, contém algumas propriedades. Esse contexto seria: Relacional, Interacional, Construtivista, Sociocultural, Transcendental, Reflexivo, Autonomista, Cooperativo, Crítico e Cidadão. Essas propriedades, por si mesmas, apontam para situações aparentemente coletivas em que se valoriza cada sujeito por compreendê-lo como integrado no todo. Essa noção vem da ideia da nova física (a Física Quântica, construída a partir do trabalho Einsteiniano) de que num nível de onda, que é o estágio genético de cada partícula, isto é, de cada sujeito, todos estão implicados e são indiferenciados (SOUZA, 2004, p. 128).

E no mesmo sentido, em citações indiretas:

**Paradigma Quântico**  
→

O novo paradigma da ciência que emerge, apoiado em uma visão quântica, "compreende o mundo físico como uma rede de relações e não mais como uma entidade fragmentada, como uma coleção de coisas separadas". Nessa compreensão de mundo, "se separarmos as partes, as isolarmos do todo, estaremos eliminando algumas delas na tentativa de delinear cada uma. Portanto, não há partes isoladas" (MORAES, 1996, p. 59) (RODRIGUES e DUMONT, 2004, p. 8).

O paradigma emergente, proposto por Santos (2002), baseado na teoria da relatividade e na teoria da física quântica, busca uma nova leitura do mundo e uma maneira diferente do homem nesse se posicionar, fundamentado num tipo de pensamento que trata as coisas em sua totalidade. Nele, estão presentes todas as contradições que o paradigma tradicional nega, admitindo a não neutralidade do conhecimento, reconhecendo a intencionalidade do sujeito e concebendo a ciência como um ato humano, historicamente situado (Moraes, 2004) (RODRIGUES, 2010, p. 11).

E, ainda, direta:

As descobertas sobre relatividade e simultaneidade lideradas, na física, por Einstein e as revoluções da mecânica quântica, ambas do século passado, abriram espaço para a contestação do paradigma positivista advogado pela ciência moderna (RODRIGUES, 2010, p. 12).

A mecânica quântica de Bohr e a relatividade de Einstein, figuram como paradigmas que parecem tornar as ciências exatas menos, por assim dizer, 'exatas'. Conforme extrato de trecho inicial do artigo sobre novas perspectivas do

conhecimento na contemporaneidade, escrito por Ana Maria Zen e publicado na revista *Em Questão*:

**Paradigma  
Quântico**  
→

As reflexões que seguem referem-se a uma nova concepção da ciência, cujas bases firmam-se na integração dos diferentes saberes num novo tipo de conhecimento. A racionalidade continua sim, sendo a sua base. Só que mais inclusiva, ao dar espaço para a sensibilidade, espiritualidade e criatividade na produção do conhecimento. Trata-se de um novo tipo de racionalidade, que se firma na complexidade, na transdisciplinaridade. Ao invés de dividir, somar; em lugar de separar, unir, vincular, conectar. [...]

Essa transição, iniciada com o impacto da teoria da relatividade de Albert Einstein, que, em 1905, cujas ideias abalaram a comunidade científica e exigiram uma nova forma de pensar e que explodiram com Niels Bohr, dando os primeiros passos da Teoria Quântica. Ambos, a seu modo, revelaram um mundo impensável pela ciência de até então, que buscava compreender a realidade e explicá-la de forma simples e ordenada [...] (ZEN, 2011, p. 18 e 19).

Continuando a autora cita outro autor, Trindade:

**Paradigma  
Quântico**  
→

A antiga metáfora do conhecimento como uma construção necessitava de alicerces: leis fundamentais, partículas fundamentais, equações fundamentais, princípios fundamentais, dando uma ideia de hierarquia e ordenação, de importância maior ou menor, que a própria Natureza desconhece. Felizmente, um novo paradigma põe-se fortemente: o da unidade e interação de todas as coisas e eventos; em outras palavras, o da interdependência. Nessa nova imagem, não podemos mais falar da natureza sem nos reportarmos a nós mesmos e as descrições científicas tidas como objetivas, independentes do observador humano e do processo de conhecimento, passam a ser epistemológicas. (TRINDADE, 2005, p.100) (ZEN, 2011, p. 20).

Esta referência paradigmática identificada como uma nova visão sobre a ciência pode ser encontrada também no texto de Marivalde Francelin, quando de citações de Abraham Moles:

Alguns eventos podem ser enumerados, como, por exemplo, “[...] o desenvolvimento da Teoria da Relatividade e da Microfísica, o enunciado do princípio de complementaridade de Bohr que encetaram de maneira nítida essa reunião da ciência e da metafísica [...]” (Moles, 1971, p.5) (FRANCELIN, 2004, p. 4).

e Edgar Morin:

**Paradigma  
Quântico**  
→

Para Morin (2002), foram duas as revoluções científicas responsáveis pela preparação da “reforma do pensamento”. A primeira está relacionada à física quântica, que, grosso modo, desencadeou o “[...] esboroamento de toda ideia de que haveria uma unidade simples na base do universo [...]”, pôs em dúvida o sentido dogmático em torno do determinismo e introduziu o conceito de incerteza no meio científico (FRANCELIN, 2004, p. 5).

A referência da Teoria Quântica repete-se em vários artigos encontrados no processo de coleta e seleção da bibliografia da tese, vide ainda:

Dentro desta nova visão, o conhecimento deve ser tratado como um fenômeno multidimensional, irreduzível à concepção objetual do mesmo, constituindo-se antes em um conjunto de relações e de simultaneidades; seu universo, a exemplo do modelo de Hubble da cosmologia contemporânea, não possui um centro, constituindo-se em um universo acêntrico ou pluricêntrico; e finalmente, o

**Paradigma Quântico**  
→

sistema observador, representado pelo sujeito, deve ser também considerado como parte integrante do sistema observado, mantendo concomitantemente uma identidade composta, na dupla condição de sujeito e de objeto, a exemplo da concepção de dualidade, da mecânica quântica, da matéria-energia do Universo, em sua dupla identidade como partícula e onda (BIOLCHINI, 2001, p. 8).

Nas necessidades apresentadas por Campos e Venâncio (2007) logo acima no tocante a construção da interdisciplinaridade para além da filiação a paradigmas, ressalta-se aqui a precisão e a fundamentação dos conceitos utilizados como uma condição para a construção de um discurso sintetizado que contemple uma nova linguagem e estrutura comum aos campos conciliados.

A ressalva que deve ser feita é a de que o campo foco continua a ser uma ciência exata, por mais que se argumente, a Física Quântica *strito sensu* ainda é baseada na Matemática e sua compreensão socializada e filosófica necessariamente se distanciará do uso corrente dos conceitos *intra* ciência. Essa é uma característica de um trabalho interdisciplinar, pois:

**Expectativa interdisciplinar**  
→

Não há, no entanto, como efetuar uma demonstração argumentativa sem se render parcialmente à superficialidade característica da interdisciplinaridade (EUFRAUSINO, 2008, p. 116).

Em nome de uma suposta interdisciplinaridade, intensificam-se os mecanismos de controle da disciplinaridade. Isso lança sobre o pesquisador a insana cobrança de que ele consiga justapor, a cada instante de sua reflexão, universos completos de saber. Nega-se, assim, um dos mais marcantes atributos da interdisciplinaridade: o reconhecimento das lacunas que constituem o saber e o manejo criativo dessas lacunas a fim de forjar novas possibilidades de conhecimento (EUFRAUSINO, 2008, p. 121).

“A profundidade superficial e a superficialidade profunda” de Eufrausino, indica que, em suma, sendo a interdisciplinaridade um componente da construção constante da Ciência da Informação, reconhece-se o interesse na discussão sobre assuntos correlatos em outras ciências, e julga-se justo um pouco de especulação para a construção de novos referenciais.

QUADRO 2-2 QUADRO RESUMO CI E INTERDISCIPLINARIDADE

Ciência da Informação é interdisciplinar			
Física	Ciência da computação	Ciências sociais	Várias outras ciências
Paradigmas			
Pós moderno		Quântico	
Expectativa interdisciplinar		Tecnologia	

Fonte: Autor, 2014.

## **2.2 O(s) conceito(s) de informação**

A importância dos conceitos de informação para a Ciência da Informação (CI) pode ser percebida no argumento de Ingwersen (2002) o qual indica que a CI só se firmou como disciplina ao enumerar os requisitos dos conceitos de informação para a própria CI, fato que ele atribuiu a Belkin no final da década de 1970.

Diversos autores responsáveis por delinear os fundamentos da CI procuraram expor, cada um ao seu modo, conceitos de informação. Dependendo do autor, o conceito de informação é utilizado como base para justificar uma nova área de pesquisa, o aporte de alguma disciplina, ou mesmo a existência de um novo paradigma. Isto confirma a posição assumida por Floridi (2002) para o qual inexistente conceito ou teoria unificada da informação, mas uma rede distribuída de conceitos conexos ligados por influências mútuas e dinâmicas (sentido ontológico).

O trecho da tese apresentado nesse tópico possui como propósito analisar o conceito de informação na Ciência da Informação por um viés de identificar possíveis elementos nos conceitos que tenham ligação com o tema geral da tese, que são as características quânticas da informação.

A base para este estudo se constitui de um conjunto de artigos de autores que procuraram construir os fundamentos da CI durante as últimas quatro décadas, unida a revisões de literatura que levantam mais conceitos. Tal massa de conceitos foi tratada e colocada em uma aplicação de visualização de textos. O resultado das visualizações construídas tenta identificar os pontos chave dos conceitos relativos à esta tese.

Os conceitos apresentados a seguir foram selecionados de artigos de diversos pesquisadores em CI, sendo, em ordem de data do artigo: Belkin (1978), Farradane (1979), Brookes (1980), Buckland (1991), Buckland (1999), Pinheiro e Loureiro (1995) estes citando outros autores, Rayward (1996) com citação de McKay, Eugênio, França e Perez (1996), Bates (1999), Hjørland (2000), Floridi (2002) e Capurro (2003). Tais artigos contemplam, direta ou indiretamente, uma visão dos últimos quarenta anos de esforço para fundamentar o campo.

A seleção se deu com base nos artigos ofertados na disciplina Fundamentos em Ciência da Informação ministrada pelos professores Suzana Müller e Tarcísio Zandonade, no primeiro semestre de 2010. A disciplina tratou com uma abordagem

geral da construção epistemológica da Ciência da Informação. Não houve a preocupação de classificar os conceitos por meio de algum critério específico ou de buscar os autores originais das citações dos artigos de revisão da literatura.

Em razão da tentativa de normalização da estrutura dos enunciados para a submissão a ferramentas de análise visual, optou-se por utilizar, sempre que possível, os termos iniciais “A informação como” antecedendo cada conceito. Foram abandonados termos iniciais como: “A informação é”, “A informação pode ser” e “A informação enquanto”, dentre outros.

A lista a seguir elenca 49 definições de informação extraídas e interpretadas de diversos artigos cujos autores são citados no início de cada parte da lista.

#### **Belkin (1978)**

1. A informação como um descritor comum para todos os aspectos não-físicos e interações entre homem, máquina, e o universo;
2. A informação como um descritor para o conhecimento;
3. Informação associada à matéria e energia e como um aspecto da comunicação;
4. A informação como a estrutura resultante da organização dos dados e das experiências;
5. A informação como uma estruturação proposital da mensagem do emissor, que afeta a estrutura cognitiva do receptor (implica em que o emissor tem conhecimento da estrutura cognitiva do receptor);
6. Informação como uma coleção de signos propositalmente estruturados por um emissor com a intenção de modificar a estrutura cognitiva do receptor;
7. A informação como a estrutura de qualquer texto capaz de modificar a estrutura cognitiva dos receptores.

#### **Farradane (1979)**

8. A informação como qualquer forma física de representação (forma substituta) do conhecimento ou de um pensamento em particular, usada para comunicação. Essa forma física de representação do conhecimento não faz nenhum sentido, não gera nada no indivíduo, até que seja relacionada às pessoas que a produzem ou que sejam afetadas por ela.

Está, portanto, conectada aos fenômenos mentais do indivíduo, e constitui uma comunicação propositada de alguém.

**Brookes (1980)**

9. A informação como o conteúdo intelectual que forma uma espécie de rede que existe apenas em espaços cognitivos ou mentais;
10. Informação como elemento para o incremento do conhecimento<sup>3</sup>;
11. A informação como linguagem é a única parte do potencial total de informação acessível a nós.

**Buckland (1991) Buckland (1999)**

12. Buckland citando Francis Bacon - A informação como algo que só deve ser considerada por causa da sua relação com o conhecimento. Informação não é o que mais importa. Conhecimento gera poder. Informação como algo que, quando muito, gera poder indiretamente, na medida em que o conhecimento deriva dela;
13. A informação como parte do contexto das ciências naturais: qualquer coisa é ou deve ser informativa, tudo é ou deve ser informação;
14. A informação como uma entidade no mesmo patamar de energia e radiação, que envolve a tudo e a todos, mas que só são captadas por órgãos ou equipamentos sintonizados na frequência adequada;
15. A informação como algo que quando lançada, permeia o espaço e nos envolve, mas só é captada quando nossos sentidos estão preparados e capacitados para tal;
16. A informação como processo: o ato de informar, comunicar fatos, notícias, etc;
17. A informação como conhecimento: o que é apreendido como resultado do ato de informar. Informação como algo que reduz as incertezas;
18. A informação como coisa (ou objeto significativo): o dado ou o documento. Todo objeto informativo. Toda representação é informação como coisa.

**Pinheiro e Loureiro (1995)**

19. A informação como sinônima de notícia;

---

<sup>3</sup> A equação fundamental de Brookes: Um novo estado de conhecimento  $K(S + \delta S)$  é alcançado quando um incremento de conhecimento  $\delta K$ , adquirido por meio do incremento da informação  $\delta I$ , é acrescentado ao estado de conhecimento pré-existente  $K(S)$ .

20. A informação como algo que expressa a “ideia de dar forma a alguma coisa” (significado fechado);
21. A informação como algo relativo à representação, criação de ideias ou noção, além da informação trocada com o exterior, e não apenas a informação recebida (significado aberto);
22. Pinheiro e Loureiro citando Shera: A informação como o estímulo que recebemos por meio de nossos sentidos. Pode tratar-se de um facto isolado, ou de um conjunto de factos; mas é sempre uma unidade de pensamento. É o que se acrescenta a uma representação;
23. Pinheiro e Loureiro citando McKay: A informação como algo que, ao ser recebido, altera o que conhecemos. A informação como algo que logicamente justifica alteração ou reforço de uma representação ou de um estado de coisas. As representações podem ser explícitas (como em um mapa), ou podem estar implícitas no estado de atividade dirigida ao receptor;
24. Pinheiro e Loureiro citando Zeman - A informação como a qualidade da realidade material de ser organizada (o que representa, igualmente, a qualidade de conservar este estado organizado) e sua capacidade de organizar, classificar um sistema, de criar (o que constitui, igualmente, sua capacidade de desenvolver a organização). A informação não existe fora do tempo, fora do processo: ela aumenta, diminui, transporta-se e conserva-se no tempo;
25. Pinheiro e Loureiro citando Sokolov e Mankevich - Existem três tipos de informação: elementar ou física; biológica e social;
26. Pinheiro e Loureiro citando Ursul - A informação como uma propriedade da matéria e da percepção, agindo para conectar os dois por meio de seu relacionamento com a variedade e a reflexão;
27. Pinheiro e Loureiro citando Saracevic - A informação relevante está relacionada a mecanismos de comunicação seletiva e à orientação dos usuários de sistemas de recuperação da informação.

**Rayward (1996)**

28. A informação como aquilo que é apreendido ou dito, inteligência, notícia;

29. Rayward citando Mackay (1950) - Quase tudo pode ser informação. A história do universo é a própria história do processamento da informação. A história humana é a história do processamento da informação num contexto social.

### **Eugênio, França e Perez (1996)**

30. Um fato pode ter um ciclo de vida próprio, maturando-se e tornando-se informação e, a seguir, conhecimento, para então tornar-se obsoleto quanto ao conteúdo intrínseco;

31. Informação como um ente apreendido, gerado ou decorrente da estruturação contextualizada de um conjunto de dados (fatos ou fenômenos) preliminarmente disponíveis ou acessíveis para um observador (também contextualizado) que busca acercar-se de um conhecimento específico;

32. A informação como algo relacionado com a redução (ou modificação) da ignorância e da incerteza;

### **Bates (1999)**

33. A informação como o padrão de organização da matéria e energia.

### **Hjørland (2000)**

34. A informação como um termo substituto do termo “documentação”;

35. A informação como um conceito ambíguo: informação como unidades físicas, como documentos, ou unidades intangíveis, como partes descontextualizadas de fatos, opiniões ou ideias. Dado é informação em potencial;

36. A informação como unidades intangíveis (partes de fatos, opiniões ou ideias) que pode ser processada e gerenciada por sistemas de informação;

37. A informação como algo que se refere a fatos e opiniões produzidas e recebidas durante o curso diário da vida. Informação não é uma “coisa”, mas todas as coisas podem ser informação.

### **Floridi (2002)**

38. A informação como dados bem formados, significativos e verdadeiros (sentido técnico forte);

- 39. A informação como dados registrados, ou documentos (sentido técnico fraco);
- 40. A informação como algo que pode ser dito (informação factual);
- 41. A informação como uma daquelas “coisas bidimensionais” que não estão nem aqui, nem lá, mas na interface entre nós e o meio ambiente, como um limiar entre os dois espaços;
- 42. A informação como um fenômeno relacional;
- 43. A informação como o ato ou processo de informar, isto é, dar forma a alguma coisa que possa ser identificada e compreendida;
- 44. A informação como substituta da coisa que ela representa: dados, fatos, conhecimento das coisas e eventos.

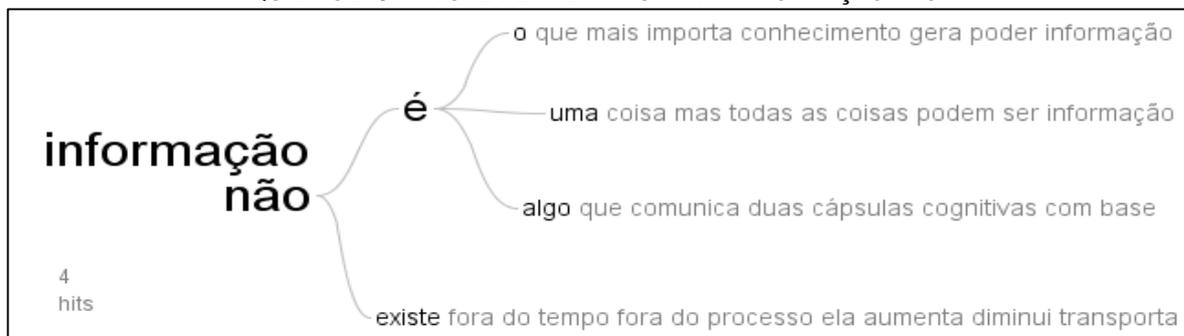
### **Capurro (2003)**

- 45. A informação como algo que tem relação com a quantidade de seleções de signos realizadas pelo receptor para reconhecer a mensagem do emissor. Mais seleções significam mais informação e, portanto, maior insegurança por parte do receptor em virtude de ruído;
- 46. A informação como o conteúdo de suportes físicos do conhecimento. Informação não é algo que comunica duas cápsulas cognitivas com base em um sistema tecnológico, visto que todo sistema de informação está destinado a sustentar a produção, coleta, organização, interpretação, armazenamento, recuperação, disseminação, transformação e uso de conhecimentos e deveria ser concebido no marco de um grupo social concreto e para áreas determinadas;
- 47. A informação como um elemento prévio necessário à criação do conhecimento;
- 48. A informação como o conhecimento em ação. O conhecimento é informação potencial;
- 49. A informação como algo que se refere a processos cognitivos humanos ou a seus produtos objetivados em documentos.



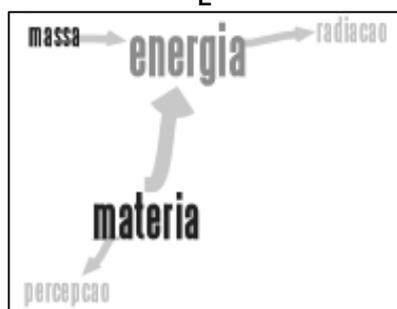
De volta ao Quadro 2-3, verifica-se que a segunda palavra mais frequente é “coisa”. É curioso observar no Quadro 2-5 a combinação que envolve a frase “informação não é uma coisa”.

QUADRO 2-5 ÁRVORE DE PALAVRAS PARA “INFORMAÇÃO NÃO”



Fonte: Autor, 2010.

QUADRO 2-6 REDE DE PALAVRAS COM O CONECTOR “E”



Fonte: Autor, 2010.

De qualquer modo, “coisa” faz parte da discussão sobre um conceito de informação. Nessa análise, esse pode ser o primeiro indicativo que uma abordagem física da informação faz sentido na CI. Inclusive “física”, “matéria” e “energia” também aparecem no Quadro 2-3. A relação dessas palavras dentro do texto é descrita no Quadro 2.4, usando o elemento de ligação “e”.

O Quadro 2-7 traz mais um ângulo de visão dos conceitos, mostrando uma rede de palavras em torno de “coisa” e “conhecimento” que utiliza o termo “é” como ligação. Nesse quadro pode-se identificar uma ligação de “coisa” com “representação”, outra palavra que aparece com muita frequência no Quadro 2-3.

QUADRO 2-7 REDE DE PALAVRAS COM O CONECTOR “É”



Fonte: Autor, 2010.

Passando para o Quadro 2-8 vê-se que na rede de relações que envolve a palavra “conhecimento”, a palavra “representação” está ligada à palavra “física” e que, por sua vez, está ligada à palavra “forma”. É possível observar também na rede de relações a palavra “fato”, que aparece no Quadro 2-3 com relevância destacada, ligada com “dado” e, em sequência, com “pode”, “ser” e então com “representação”. Pode-se inferir que os conceitos possuem um grupo de termos principais e que os enunciados dos conceitos apresentam certas conexões.

QUADRO 2-8 REDE DE PALAVRAS COM O CONECTOR “ESPAÇO”



Fonte: Autor, 2010.

Finalmente, o Quadro 2-9 mostra a construção dos conceitos em forma de árvore de palavras a partir do termo “informação como”. Conforme indicado no início desse tópico, o termo “informação como” serviu como elemento de padronização dos enunciados dos conceitos. A lista da Quadro 2-9 apresenta os termos aglutinadores em ordem decrescente de frequência. São apresentados desde os termos aglutinadores mais frequentes (“algo que quando...”, “algo que se refere...”), até o termo aglutinador menos frequente (“dado”).

QUADRO 2-9 ÁRVORE DE PALAVRAS PARA O TERMO “INFORMAÇÃO COMO”



O objetivo deste tópico de análise visual foi o de apresentar aspectos que denotam conexões entre os conceitos. No tocante à tese este tópico oferece uma maneira de navegar pelos conceitos de forma a extrair pontos relevantes e comuns de todos os conceitos em conjunto, preparando uma visão de contexto para a discussão que seguirá no capítulo final.

### 2.3 Características da informação na Teoria Quântica

A Física Quântica é a parte da ciência Física que descreve o comportamento e as interações das subpartículas atômicas. Essas partículas se manifestam em uma escala espacial extremamente diminuta, onde a energia e a matéria confundem seus limites, e, em última instância, são as peças básicas de tudo que existe no paradigma científico vigente.

Utilizando uma definição um pouco mais técnica colhida na obra premiada na categoria de ciências exatas do Prêmio Jabuti, Conceitos de Física Quântica, do Professor de Física Osvaldo Pessoa Jr., tem-se:

Em poucas palavras, o que caracteriza a Teoria Quântica de maneira essencial é que ela é a teoria que atribui, para qualquer partícula individual, aspectos ondulatórios, e para qualquer forma de radiação, aspectos corpusculares (PESSOA JÚNIOR, 2006, p. 1).

Para o entendimento do porquê que a Teoria Quântica pode ser considerada como sendo uma 'ciência da informação' *lato sensu* é necessário visitar os primórdios dessa teoria.

A Teoria Quântica possui seu início historicamente ligado à discussão da chamada 'radiação do corpo negro', fenômeno de interesse da Física clássica no final do século XIX. Naquele momento, as teorias da termodinâmica, especialmente a questão da conservação da energia, não conseguiam explicar os níveis de calor e frequências emitidas por determinado experimento conduzido com materiais específicos aquecidos controladamente, pois havia uma discrepância nos valores mensurados com os previstos pelas teorias vigentes.

Foi Max Planck, físico alemão ganhador posterior do Nobel, quem resolveu a questão e ganhou o título de pai da física quântica. Planck postulou que a radiação emitida pelo 'corpo negro' não seria emitida em valores contínuos, como a água vertendo de uma esponja, mas sim discretos, e batizou esses 'pedaços' de energia de *quantum*, cujo plural em latim é *quanta*.

Heinz Pagels, diretor executivo da Academia de Ciência de Nova York, em seu livro de divulgação científica O Código Cósmico, cujo subtítulo é 'a física quântica como linguagem da natureza', indica que:

A ideia básica da hipótese quântica de Planck é que esta visão contínua do mundo deve ser substituída por uma visão discreta. Em virtude de a descontinuidade das grandezas físicas ser extraordinariamente pequena, ela não é perceptível aos nossos sentidos (PAGELS, 1986, p. 30).

## Complementando com Polkinghorne (2011)

A constante de proporcionalidade foi tirada de uma constante universal da natureza, agora conhecida como constante de Planck. Ela é representada pelo símbolo  $h$ . A magnitude de  $h$  é muito pequena em termos de tamanhos correspondentes à experiência cotidiana. É por isso que esse comportamento pontuado de radiação não fora notado antes; uma sequência de pequenos pontos muito próximos assemelha-se a uma linha cheia (POLKINGHORNE, 2011, p. 20).

Mas naquele momento a explicação do *quantum* só fez embaralhar mais o contexto científico, pois vários experimentos possuíam resultados previstos de forma acertada pelas teorias da energia não como partículas, mas com o comportamento de ondas, tipo as de rádio, estariam eles errados? Por que?

A luz era interpretada como uma onda desde 1802 com o experimento da dupla fenda realizado por Thomas Young.

Na Figura 2-1 pode-se verificar um esquema deste experimento retirado de Bohr (1995) onde uma fonte de luz é impedida de iluminar uma parede por um anteparo, o qual apresenta duas fendas. Se somente uma delas estiver aberta a luz ilumina uma faixa na parede, mas se duas fendas estiverem abertas o resultado na parede é um listrado de luz e escuridão alternados.

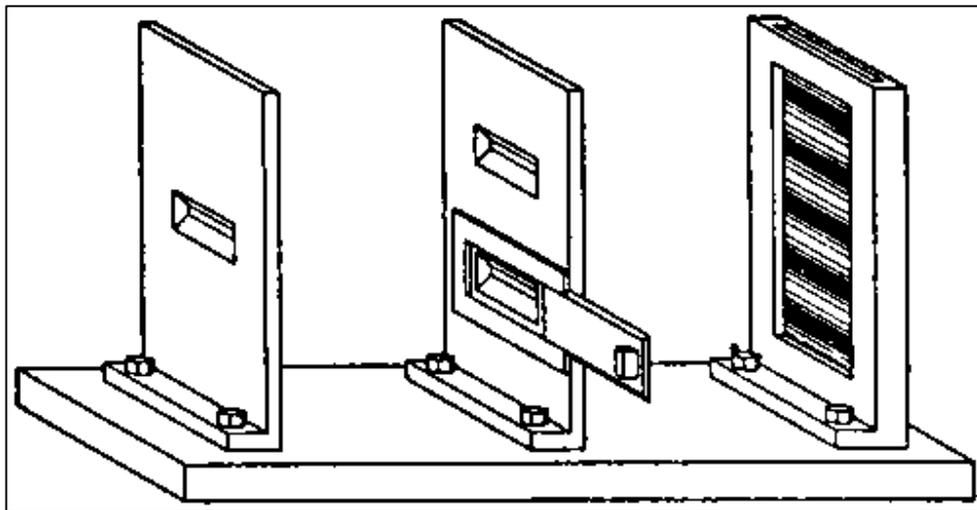


FIGURA 2-1 EXPERIMENTO DA DUPLA FENDA

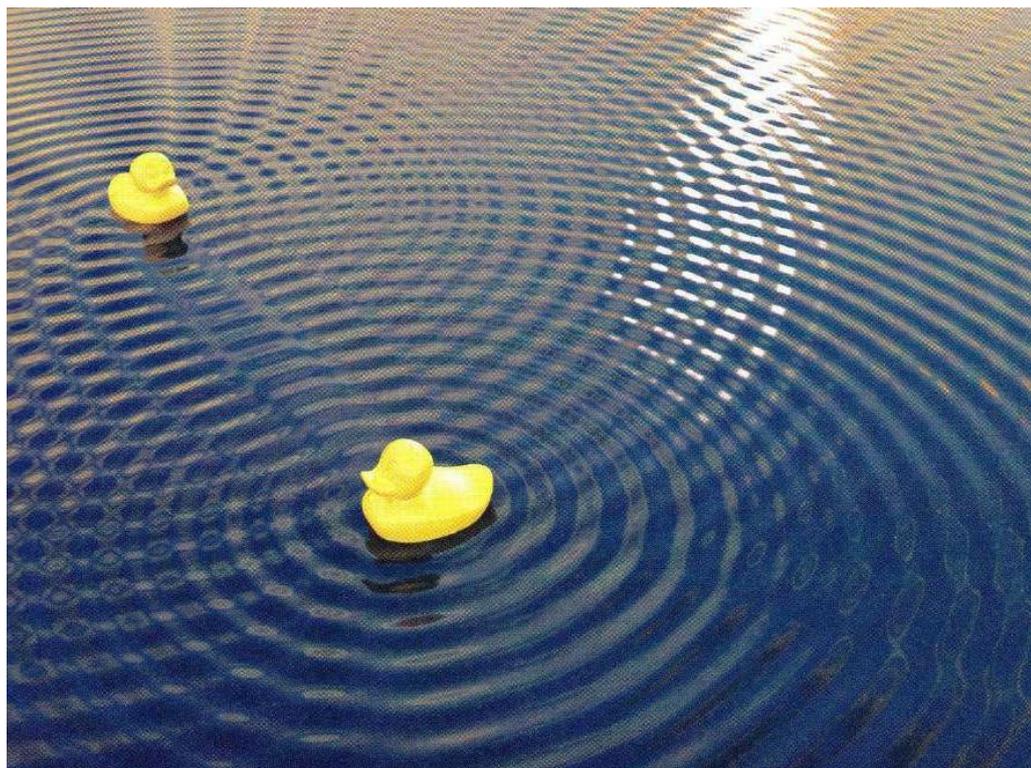
Fonte: Bohr (1995, p. 60)

A explicação mais palpável é a de que, sendo a luz uma onda, a interferência de uma onda em outra na propagação após saírem da fenda causa um aumento em certas partes e uma anulação em outras. Como na Figura 2-2 retirada do livro 'O Grande Projeto', de Stephen Hawking e Leonard Mlodinow (2011), onde as ondas

resultantes do movimento dos dois patinhos na piscina ao se encontrarem podem se somar aumentando de tamanho ou se anularem, se antagônicas.

Sobre o experimento de Thomas Young:

O fenômeno de interferência não apenas estabeleceu a teoria ondulatória da luz, mas proveu uma ferramenta muito útil para a investigação científica, já que o padrão de interferência é simples e facilmente reconhecido. Se um fenômeno pode exibir um padrão de interferência, esse fenômeno é ondulatório (CREASE, 2006, p. 103).



**FIGURA 2-2 INTERFERÊNCIA NO ESPELHO D'ÁGUA**  
Fonte: Hawking e Mlodinow (2011, p. 43)

Foi Albert Einstein, quem propôs a solução dessas controvérsias em um dos artigos publicados no seu *annus mirabilis*, 1905, o qual tratou sobre o efeito fotoelétrico. Este efeito é o resultado de que quando a luz incide sobre uma superfície, no caso metálica, são deslocados elétrons do material em um padrão não compatível com o que aconteceria se a luz fosse uma onda, como interpretado e 'comprovado' pela ciência naquela época. Einstein postulou que a energia, no caso a luz, teria o comportamento de uma partícula nos mesmos termos de Planck, e usou os cálculos do anterior para demonstrar precisamente os resultados das observações, Esse artigo lhe valeu uma década depois o Prêmio Nobel, e não a famosa relatividade, e também lhe deu o título de um dos pais da Física Quântica, mesmo ele não querendo se filiar a esta corrente nascente. As partículas de luz

ficaram conhecidas como fótons, ampliando o rol das já conhecidas subpartículas atômicas para além dos prótons e elétrons.

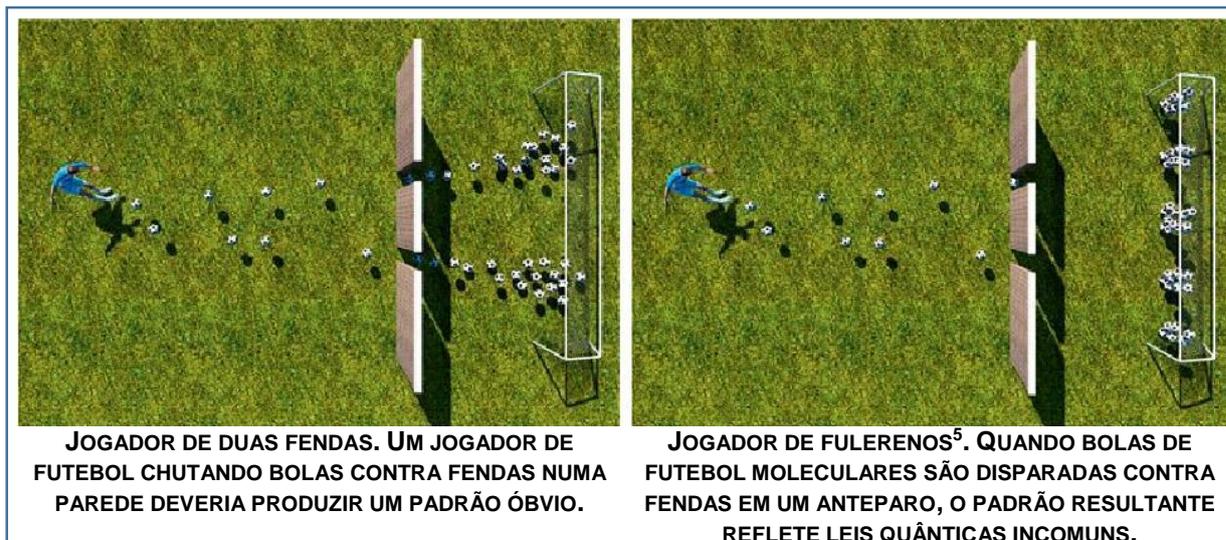
Em resumo, o que Einstein e Planck acabaram fazendo foi iniciar uma revolução no pensamento científico, gerando a partir dessa visão a interpretação de que todas as formas de energia, das frequências de rádio à luz, passando pelo calor e pela eletricidade, seriam formadas de partes discretas, 'pedaços', contrapondo a visão vigente na época de que a energia seria formada de ondas de aspecto contínuo, como ondas em uma piscina dos patinhos (Figura 2-2).

Então o edifício da física clássica começou a ruir, visto que comprovações indubitáveis de um lado como a luz sendo uma onda e de outro como ela sendo formada de partículas eram incompatíveis e necessitavam de uma nova teoria de interpretação do que estava sendo relatado pelas medições. Essa dualidade onda / partícula é a questão central da construção de uma nova interpretação da realidade.

Essa questão dual apresenta sua divergência fundamental quando, por exemplo, utilizamos o experimento da dupla fenda agora emitindo não um feixe de luz inteiro, mas apenas algumas moléculas, ou seja, já que a matéria é formada pela energia e no nível de átomos e moléculas isso não faz muita diferença, e sendo esta energia de comportamento onda-partícula, emite-se apenas umas partículas e verifica-se o comportamento.

Quando o experimento da dupla fenda é executado com a impossibilidade de se saber por qual fresta as moléculas passam, o resultado é o das faixas claras e escuras no anteparo final, característica de uma interferência de ondas, vide o exemplo dos patinhos na Figura 2-2. Já quando existe a possibilidade de identificação do caminho da molécula, o resultado é o de que uma área é mais forte e outras são menos atingidas no anteparo final, um destino característico de partículas, como projéteis atirados precisamente em um alvo através de um buraco em um muro.

Para uma visualização metafórica do experimento de usar partículas na dupla fenda utilizar-se-á os dois momentos da Figura 2-3, retirada também do livro de Stephen Hawking, preservando as legendas explicativas do original:



**FIGURA 2-3 COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DUAL DA LUZ**

Fonte: Hawking e Mlodinow (2011, p. 48 e 49)

O resultado é incomum, conforme a própria legenda afirma, contraria a lógica, pois quando as duas fendas estão abertas e não se sabe por qual fenda as moléculas passaram elas têm comportamento de onda (parte dois da figura), mas quando se identifica o caminho que eles passaram, com o uso de um detector em cada fenda por exemplo, as moléculas se comportam como partícula (parte um da figura).

O livro mais técnico utilizado na referência desta tese apresenta em sua capa o desenho característico do bombardeio de partículas em um anteparo. (Figura 2-4, abaixo)



**FIGURA 2-4 RESULTADO GRÁFICO DO EXPERIMENTO DA DUPLA FENDA**

Fonte: Pessoa Júnior (2006, p. Capa)

<sup>5</sup> Molécula hexagonal, parecida com uma bola de futebol, formada por 60 átomos de carbono (ZEILINGER, 2005).

Werner Heisenberg consolidou a visão corpuscular da energia em uma mecânica estatística e ganhou o prêmio Nobel<sup>6</sup> de 1932 por isso, depois Erwin Schrödinger consolidou uma visão das ondas em uma mecânica ondulatória e ganhou o prêmio Nobel de 1933 por isso. Finalmente, Paul Dirac englobou as duas em um sistema de transformações que as intercambiou, mostrando serem representações dos mesmos conceitos, sendo laureado com o Nobel de 1933, junto com Schrödinger, por isso. Hoje as duas mecânicas são consideradas intercambiáveis e explicam satisfatoriamente os mesmos fenômenos, ou seja, computadores, lasers, nanotecnologia, supercondutores e muitos outros avanços tecnológicos somente são possíveis pelo domínio de um formalismo matemático consolidado que descreve o funcionamento das ondas e partículas.

As mecânicas ondulatória e matricial empregam representações diferentes para descrever os mesmos fenômenos. A teoria completa, incluindo a teoria das transformações de Dirac, foi finalmente chamada “mecânica quântica” ou “Teoria Quântica”, uma nova dinâmica matematicamente consistente que substituiu a física clássica (PAGELS, 1986, p. 99).

Em meados da década de 1920, as questões basilares matemáticas da Teoria Quântica estavam nas primeiras consolidações, mas faltava uma interpretação mais abrangente de seu significado, uma maneira de explicar o que todas as evidências do mundo subatômico queriam dizer sobre a natureza.

Note-se que nos parágrafos acima, o comportamento da onda ou partícula para o mesmo objeto foi alterado pelo se saber ou não sobre o histórico do caminho seguido por esse objeto. Essa questão é fundamental na concepção de um novo paradigma científico e filosófico, a propalada fusão entre observador e objeto. Nos dizeres de Étienne Klein, um dos físicos envolvidos no desenho do Grande Colisor de Hádrons (LHC), o maior experimento científico da humanidade que buscou o Bóson de Higgs:

É necessário então admitir que as propriedades que atribuímos a uma partícula possam depender das características do dispositivo para o qual se encaminha.

[...]

As propriedades das partículas já não parecem poder ser separadas das condições da sua manifestação (KLEIN, 2000, p. 28).

No mundo subatômico, as questões de possíveis resultados de medições são tratadas em termos de chance, de probabilidade, não como certezas, a própria

---

<sup>6</sup> Todas as citações dos trabalhos e datas de premiação do Nobel foram retiradas do *site* oficial do Prêmio Nobel ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)) (Acesso em 5 de abril de 2014).

equação de onda de Schrödinger foi interpretada como uma onda de probabilidades por Max Born, o qual também ganhou o Nobel de 1954 por isso.

[...] Pode-se também argumentar que a maior novidade da Teoria Quântica é o papel que a *probabilidade* nela desempenha, descrevendo um mundo essencialmente “indeterminista” (PESSOA JÚNIOR, 2006, p. 1).

A probabilidade resulta de um entendimento de contexto do fenômeno, uma previsão de possibilidades e não baseada em um determinismo estrito. Interessante a citação de John Barrow, professor pesquisador de ciências matemáticas da Universidade de Cambridge e autor popular de divulgação científica:

Vale a pena refletir um pouco sobre a natureza ondulatória do nêutron tal como se manifesta pela função de onda de Schroedinger. A onda quântica de uma partícula como o nêutron não é uma onda como a de uma onda de som ou de água. É uma onda de probabilidade: **uma onda de informação** (BARROW, 1998, p. 202) (Grifo nosso).

A chamada ‘Interpretação de Copenhagen’ foi postulada para traduzir para a linguagem não matemática os achados da Teoria Quântica, sendo até hoje a mais difundida, criticada e aperfeiçoada interpretação epistemológica dos resultados matemáticos e experimentais da física quântica.

A interpretação de Copenhagen seria aquela que muitos físicos quânticos apoiariam se fossem pressionados a optarem por uma interpretação desta teoria científica com enorme sucesso – embora pudessem ser ultrapassados em número por aqueles que não se interessam por tal questão. Ela afirma que não existe uma realidade profunda para descobrirmos no sentido tradicional, apenas uma descrição dela. A realidade que observamos é determinada pelo ato de observação (BARROW, 1998, p. 212).

Esta interpretação foi realizada pelo dinamarquês Niel Bohr, laureado com o Nobel de 1922 pelo desenvolvimento do modelo atômico, e coloca a questão da mensuração com elemento central da interpretação da Teoria Quântica.

Sendo o resultado do experimento da dupla fenda, por exemplo, dependente da escolha do método a ser adotado para a mensuração, expande-se que toda medição depende do aparelho medidor e, em última instância do observador. Objeto, aparelho e observador compõem um sistema único. Em outras palavras, o resultado a ser mensurado depende do aparelho a ser escolhido para a observação, se for projetado para encontrar partículas, encontrará partículas, já se for construído para encontrar ondas, ondas encontrará. A questão da mensuração permeia toda a Teoria Quântica.

A dependência do observador aqui é mais profunda que na própria Teoria da Relatividade de Einstein. Na Relatividade, o fenômeno observado o é sempre do

ponto de vista do observador, cujo resultado de mensuração é alterado pela sua perspectiva, à exceção da velocidade da luz. O fenômeno existe independente do observador, somente sua perspectiva altera a medição. Na Teoria Quântica interpretada por Bohr o observador traz à existência o fenômeno, nada mais existe além do medido, o que antes poderia existir eram probabilidades, as quais são eliminadas pelo processo de mensuração. Essa existência seria concebida de forma pragmática, seria uma existência do que interessa, uma existência científica.

O fenômeno observado e o ato de observação determinam *juntos* aquilo que pode ser observado na experiência das duas fendas, o que não quer dizer que devemos concluir que tudo o que é observado é criado pelo observador no sentido dos idealistas e dos solipsistas. Não há qualquer razão para suspender a crença numa realidade subjacente. Acontece que apenas que os passos que tomamos para a estabelecer determinam aquilo que poderá vir a ser. A realidade é contextual (BARROW, 1998, p. 195).

Novamente a probabilidade entra na discussão. Para a interpretação de Copenhague, como exemplo, a posição de um fóton é indeterminada e probabilística até o ato de mensuração, depois deste assume um valor único dentre as possibilidades anteriores. Falar-se onde estava o fóton exatamente antes é uma impossibilidade, pois ele estava em algum dos lugares prováveis, na onda de luz. Após sua mensuração a onda colapsa e se adapta ao medido. Essa mensuração possui resultado inerentemente aleatório, ao acaso, dentre as probabilidades possíveis.

Então, em uma razão mínima, a mensuração é o ato pelo qual se traz ao concreto o objeto medido. A interpretação de Copenhague é considerada uma visão positivista da realidade, pois conclui que o que não pode ser observado não é possível de ser discutido.

Como diz o físico John Wheeler, “Nenhum fenômeno é fenômeno até ser um fenômeno observado”.<sup>7</sup> [...]

Em resumo, a interpretação da Teoria Quântica pela escola de Copenhague rejeita o determinismo, aceitando, em vez dele, a natureza estatística da realidade; e rejeita também a objetividade, aceitando em vez dela que a realidade material depende em parte da forma como decidimos observá-la (PAGELS, 1986, p. 113).

Mas, em uma visão mais abrangente, abre espaço para o pragmatismo de não concluir pela existência independente do observador.

Um tipo de meio-termo entre positivismo e realismo é oferecido pelo pragmatismo, a posição filosófica que reconhece o fato tecnológico de que a física nos permite realizar as coisas, mas que não vai tão longe quanto a posição

---

<sup>7</sup> Zeilinger (2005, p. 239) cita a frase atribuindo-a a Niels Bohr.

realista de pensar que sabemos como o mundo realmente é (POLKINGHORNE, 2011, p. 100).

O problema da mensuração ou medição é discutido até hoje sem uma solução definitiva, ele é interpretativo, epistemológico, filosófico, apesar de baseado em fundamentos bem definidos e experimentos com claros efeitos práticos. Todas as abordagens interpretativas da física quântica tratam do problema da medição, sendo que a questão de fundo é em qual momento que um estado quântico passa para um clássico, o chamado colapso da função de onda.

Esse colapso da função de onda não é, contudo, algo que se realiza no espaço real. Pelo contrário, ele é uma simples necessidade mental, já que a função de onda não é nada mais do que nossa ferramenta para o cálculo de probabilidades, e as probabilidades se alteram justamente quando efetuamos uma observação, quando obtemos um resultado de medição e, assim, **a informação** (ZEILINGER, 2005, p. 227) (Grifo nosso).

O colapso da função de onda significa que as possibilidades de posição do elétron, por exemplo, estavam sobrepostas em uma onda de probabilidades, mas que no momento da medição todas as probabilidades tornam-se apenas uma realidade medida.

O problema da mensuração ou medição é o principal motivo da Teoria Quântica ser considerada uma revolução científica com a quebra do paradigma determinístico da física clássica, pois na mensuração necessariamente participa o observador, como assinala Pagels:

Aos inventores da Teoria Quântica deparara-se mais uma diferença radical em relação à imagem newtoniana do mundo – a realidade criada pelo observador. (...) O mundo não existe independentemente de nossa observação; aquilo que existe depende em parte do que decidimos observar – a realidade é parcialmente criada pelo observador (PAGELS, 1986, p. 77).

A medição causa o colapso da função de onda, reduz todas as possibilidades a uma só; a medição faz nascer a informação; o colapso da função de onda indica o momento da geração da informação.

A seguir são elencadas um grupo de características específicas que derivam dos fenômenos descritos como base para a formulação da Teoria Quântica, características que possuem sempre elementos ligados ao fenômeno da informação.

### 2.3.1 Superposição

Dentro da Física Quântica outra categoria ligada ao entendimento da informação aparece quando todas as possibilidades de resultado para a medição estão agrupadas antes da medição, é o princípio da superposição.

Um sistema concebido do ponto de vista quântico, um elétron e sua posição ao redor do núcleo atômico por exemplo, apresenta diversas possibilidades para o resultado de sua medição, a soma dessas possibilidades é o que se chama de 'estado quântico'. Já o objeto a ser medido, o elétron do exemplo, é conhecido genericamente como 'observável quântico'. Um observável quântico pode ser uma partícula subatômica, um átomo inteiro ou vários átomos ligados em uma molécula.

Diz-se que o estado quântico é superposto, sendo que a interação de dois grupos de possíveis observáveis quânticos também gera um terceiro observável com os dois observáveis em interação superpostos, ou seja, uma soma e fusão de possibilidades.

Existem postulados para descrever de forma precisa essas afirmações, sendo que a compreensão dos detalhamentos matemáticos apresentados não é o caso deste trabalho, mas como exemplo cita-se o postulado de superposição e sua equação correspondente:

Dados dois estados admissíveis de um sistema quântico, então a soma desses dois estados também é um estado admissível do sistema (PESSOA JÚNIOR, 2006, p. 25)

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|\psi_A\rangle + \frac{i}{\sqrt{2}}|\psi_B\rangle$$

**FIGURA 2-5 EQUAÇÃO DE ESTADOS SUPERPOSTOS**  
Fonte: (PESSOA JÚNIOR, 2006, p. 25)

Para o contexto desta tese interessa saber que um estado quântico é previsível e determinável em sua evolução temporal, mesmo sem que se tenha certeza dos resultados individuais de medição de seus observáveis quânticos. No caso de um estado quântico os resultados possíveis estão superpostos, ou seja misturados e impossíveis de serem identificados de forma individual.

A superposição é o estado anterior à medição, onde todas as possibilidades existem em conjunto:

A realidade tem existência apenas quando a observamos. De outra forma, está apenas em um estado de superposição, tal como o elétron na experiência das duas fendas. De acordo com essa perspectiva, mesmo a realidade do mundo macroscópico não possui objetividades até a observarmos (PAGELS, 1986, p. 181).

Novamente, quando medidos os observáveis quânticos passam a ter sua individualidade descrita, saindo do estado quântico superposto, e as outras possíveis medições perdem sua 'realidade' provável. Após a medição um observável pode retornar ao estado quântico, mas agora considerará a 'experiência' de ter passado pela mediação, adquirindo possibilidades de novas observações as quais não poderão mais deixar de considerar o efeito da última.

### **2.3.2 Incerteza**

Werner Heisenberg constatou de que para se medir um fóton passando por uma ou outra fenda, a fim de identificá-lo, seria necessário, de qualquer forma, emitir alguma energia sobre ele, seja em forma de luz ou de eletromagnetismo, e isso por si só já influiria na determinação da posição, Heisenberg postulou que os resultados de uma medição completa no mundo subatômico teriam que ser sempre incertos (POLKINGHORNE, 2011, p. 46). Ao medir-se uma grandeza deixa-se, necessariamente, uma grandeza interligada na impossibilidade de ser determinada precisamente, cunhando o famoso Princípio da Incerteza.

Marcelo Gleiser, explica para um entendimento leigo que:

(...) enquanto é perfeitamente possível medir simultaneamente a posição e a velocidade de um objeto macroscópico, com uma bola ou um carro, com precisão arbitrária, o mesmo não vale para átomos e elétrons. Sua agitação constante torna o processo impossível. e isso independe de nossos instrumentos. A incerteza é uma propriedade da matéria, a marca do mundo quântico (GLEISER, 2010, p. 96).

Ressalta-se que a incerteza pertencente à Teoria Quântica não é mesma da teoria da informação de Shannon (1948), publicada originalmente na Revista Técnica dos Sistemas Bell e no ano seguinte em livro acrescida de comentários de Warren Weaver (SHANNON e WEAVER, 1949). A incerteza quântica refere-se à impossibilidade de medição de duas grandezas com igual precisão, na teoria da informação (TI):

A incerteza refere-se à quantidade de respostas possíveis que conhecemos, apesar de não sabermos qual delas é a verdadeira.

Para definirmos a informação no sentido da TI é necessário conhecer-se o *tamanho da ignorância*, isto é, a dimensão da classe de respostas possíveis (EPSTEIN, 2003, p. 35).

A incerteza está no campo da probabilidade, ou seja, da estatística, sendo que a Teoria Quântica é uma teoria construída com base em formalismos matemáticos do campo da estatística.

Um aviso importante deve ser feito em relação às relações de indeterminação de Heisenberg: elas não se aplicam a uma única medida relativa a uma única partícula, apesar de muitas vezes as pessoas pensarem que sim. As relações de Heisenberg são afirmações sobre médias estatísticas tomadas sobre um conjunto de medidas da posição e do momento (PAGELS, 1986, p. 107).

A influência do princípio da incerteza nas ciências aparece até em Popper, conforme explica Francelin (2004):

A idéia é a de que a ciência ou o conhecimento científico se desenvolve a partir da busca e da tentativa de encontrar lacunas para falsear uma teoria. Nesse caso, os cientistas desenvolveriam teorias (métodos) cada vez mais consistentes e flexíveis, pois contariam com o princípio da incerteza e das mudanças de paradigmas. Tais mudanças seriam constantes (FRANCELIN, 2004, p. 7).

A incerteza, na Teoria Quântica, significa a impossibilidade de coleta precisa de todas as informações de um único objeto observável, uma imprecisão inerente. Deve ser feita uma escolha para o caminho de coleta e ela, por si só, destrói a capacidade da coleta de outra particularidade do mesmo objeto. Colher informações possui um limite natural e intransponível.

### **2.3.3 Emaranhamento**

A Teoria Quântica descreve, dentro de seu formalismo matemático, um fenômeno de correlação entre observáveis quânticos que postula uma ligação particular entre dois, ou mais, observáveis. Esse relacionamento especial chama-se emaranhamento e comporta-se como um ‘canal de comunicação’ entre os dois observáveis com ‘transmissão instantânea’, ou seja, se mensurarmos um deles estaremos automaticamente interferindo ou mensurando o outro.

Note-se que os termos entre aspas no parágrafo acima estão indicando que uma comunicação instantânea somente pode ser interpretada do ponto de vista matemático, pois seria como o envio de uma mensagem a Marte de forma imediata,

mesmo que a transmissão tenha o limite prático da velocidade da luz e no campo fático leve 20 minutos para ocorrer.

A informação é certamente transferida de imediato (instantaneamente) de uma partícula à outra, essa transferência instantânea de informação não é, porém, transferência autêntica de informação que possa ser empregada (...) para a transmissão factual de informação, e, assim, não há também nenhum conflito com a teoria da relatividade (ZEILINGER, 2005, p. 151).

O emaranhamento, ou entrelaçamento em algumas traduções, decorre da superposição de estados, das possibilidades de coleta da informação sobre esses estados e a influência que os observáveis exercem sobre os outros.

(...) é um tipo de relacionamento que não tinha lugar na física clássica: o fenômeno conhecido como entrelaçamento quântico. Quando partículas ou sistemas quânticos são entrelaçados, suas propriedades se mantêm correlacionadas por vastas distâncias e longos períodos. Separados por anos-luz, eles partilham algo que é físico, mas não apenas físico (GLEICK, 2013, p. 18).

O emaranhamento dos observáveis foi anotado como importante para uma abordagem quântica da concepção de informação na Ciência da Informação por Budd (2013):

[...] podemos começar com uma observação de Greenstein e Zajonc (2006, p 184.):

“Escondido atrás de objetos discretos e independentes do mundo dos sentidos é um mundo emaranhado, em que as simples noções de identidade e localidade não se aplicam mais. Podemos não perceber a íntima relação comum a esse nível de existência, mas, independentemente da nossa cegueira para eles, eles persistem. Eventos que aparecem para nós como aleatórios podem estar, de fato, correlacionados com outros eventos que ocorrem em outros lugares.”<sup>8</sup>  
Tradução livre.

[...]

Dois ou mais sistemas quânticos pode ter qualquer de um número de tipos de interações, por meio da qual eles se enroscam; uma vez enroscados, eles não podem ser analisados de modo isolado<sup>9</sup> (BUDD, 2013, p. 573) Tradução livre.

O emaranhamento é uma característica da informação ligada à sua criação, que a acompanha independente consciência do observador. É a ligação inerente da informação mensurada com todas as informações que já tomaram contato com ela. O emaranhamento é independente do espaço e do tempo, e se manifesta por que a informação é naturalmente resultado de relacionamentos.

---

<sup>8</sup> [...] we can begin with an observation by Greenstein and Zajonc (2006, p. 184):

*Hidden behind the discrete and independent objects of the sense world is an entangled world, in which the simple notions of identity and locality no longer apply. We may not notice the intimate relationship common to that level of existence, but, regardless of our blindness to them, they persist. Events that appear to us as random may, in fact, be correlated with other events occurring elsewhere.*

<sup>9</sup> *Two or more quantum systems may have any of a number of kinds of interactions, through which they become entangled; once entangled they cannot be analyzed in isolation from each other.*

### 2.3.4 Complementariedade

A interpretação de Copenhague é também conhecida como a interpretação da complementariedade. O princípio da complementariedade é justamente o que encerra a impossibilidade de uma onda e uma partícula serem encontradas como resultado do mesmo experimento, mas também unifica os dois resultados em visões complementares e indivisíveis do mesmo fenômeno.

Há muitos outros exemplos de complementariedade na física quântica, e parece ser uma suposição fundamental que, para cada conceito físico, há pelo menos um outro que está vinculado a ele de forma complementar (ZEILINGER, 2005, p. 201).

A 'realidade' não sendo cognoscível completamente pela razão exige que os fenômenos extremamente profundos da base da existência possuam mais de uma possível interpretação, todas elas válidas e consistentes com as observações. Interpretar os resultados da observação não modifica o fenômeno, nem os resultados, apenas os trazem para o campo da racionalidade.

Dito isso de maneira mais exata, um sistema físico não pode trazer toda informação para representar exata e simultaneamente duas grandezas complementares. Tudo isso parece apontar para um papel fundamental da informação (ZEILINGER, 2005, p. 211).

No mundo macroscópico é que os fenômenos precisam do sentido além da simples medição, mas sendo as medições possíveis em vários ângulos só resta entender que os ângulos são aspectos complementares do mesmo observável. As medições prováveis dos estados possíveis e superpostos são informações sobre o mesmo objeto, são então complementares e não separáveis.

Além das visões complementares sobre o mesmo objeto, tem-se outra decorrência do princípio da complementariedade, o fato de que alguns conceitos se excluem mutuamente, ou seja, seriam complementares, mas de maneira inversa. Seria impossível por princípio descrever algo vivo e morto ao mesmo tempo, apesar do conceito de vivo estar complementarmente ligado ao de morto. Em outras palavras:

Complementariedade significa, dito brevemente, que dois conceitos se excluem mutuamente, no sentido de que um conhecimento exato tanto de uma grandeza como da outra grandeza não é possível por princípio (ZEILINGER, 2005, p. 199).

A frase em latim *contraria sunt complementa* (os opostos são complementares) resume o entendimento da complementariedade e pode ser visualmente definida pelo símbolo chinês do tai-chi (Figura 2-6).



FIGURA 2-6 ESCUDO DE ARMAS DO CAVALEIRO NIELS BOHR  
Fonte: Capra (1999, p. 124)

No campo da Ciência da Informação um artigo de Skare (2009) faz uma crítica à tentativa do uso do conceito de complementaridade na análise documental. O artigo inicia com o entendimento da categoria, destacando o aspecto de exclusão de visões sobre o mesmo fenômeno:

Refere-se a efeitos como a dualidade onda-partícula, nos quais diferentes medições feitas em um sistema revelam que ele tem tanto propriedades de partículas quanto de onda. Ambas as propriedades são necessárias para obtenção de um conhecimento completo dos fenômenos, que são complementares um do outro, mas, ao mesmo tempo, também se excluem mutuamente<sup>10</sup> (SKARE, 2009, p. 834) Tradução livre.

Na continuidade, a autora ressalta que as abordagens não devem ser excludentes, podendo ser paralelas, mesmo não sendo síncronas.

Isso também significa que as várias abordagens não excluem necessariamente umas às outras e que elas poderiam ser investigadas paralelamente um ao outro, ou quase simultaneamente, apesar de observação síncrona não ser possível<sup>11</sup> (SKARE, 2009, p. 836) Tradução livre.

Mas conclui que Bohr não exige o antagonismo das observações de um mesmo objeto:

<sup>10</sup> *It refers to effects such as the wave-particle duality, in which diferente measurements made on a system reveal it to have either particle-like or wave-like properties. Both properties are necessary to gaining complete knowledge of the phenomena; they are complementary to each other but, at the same time, they also exclude each other.*

<sup>11</sup> *That would also mean that the various approaches would also not necessarily exclude each other and that they could be investigated either parallel to one another or nearly simultaneously, even though synchronous observation is not possible.*

Na minha opinião, esta dependência e conectividade dos aspectos individuais dentro e entre si também mostra que os resultados de uma análise dos diversos aspectos não têm que ser mutuamente contraditória, como Bohr descreve-a à luz da Teoria Quântica: da mesma forma, devemos estar preparados para o entendimento de que provas, obtidas por diferentes arranjos experimentais que se excluem mutuamente, podem apresentar contraste sem precedentes e, até mesmo à primeira vista, parecer contraditórias (Bohr, 1999, p. 158)<sup>12</sup> (SKARE, 2009, p. 839) Tradução livre.

Discussão semelhante pode ser encontrada em Barrow, também na Ciência da Informação:

Estamos certamente familiarizados com exemplos heurísticos, como tentar obter uma apreciação simultânea do trabalho técnico pormenorizado do pincel e da impressão global de uma pintura a óleo: a perspectiva necessária para um ponto de vista exclui a própria possibilidade do outro. Embora seja interessante notar a existência de tais atributos complementares fora da física quântica, isto não conduziu a um conhecimento dos problemas envolvidos. Nas ciências humanas a complementaridade surge como um novo rótulo para um antigo problema, não como uma solução de qualquer problema (BARROW, 1998, p. 200).

Seguindo contraponto do formulador do princípio da complementariedade, Niels Bohr:

Embora esses tipos de informação não possam ser combinados num quadro único por meio de conceitos comuns, eles de fato representam aspectos igualmente essenciais de qualquer conhecimento do objeto em questão que se possa obter nesse campo (BOHR, 1995, p. 33).

A citação de Bohr serve para indicar que a complementaridade é uma característica natural da informação, ao conceber que a observação de um mesmo objeto com vieses diferentes pode chegar a conclusões antagônicas, mas sempre serão características complementares do mesmo objeto.

### **2.3.5 Decoerência**

No momento da mensuração é que é feita a relação das possibilidades da 'realidade' com o que foi medido e positivado da 'realidade'. Em outras palavras, a onda das probabilidades dos estados possíveis só se torna passível de interpretações quando em contato com um ser dotado de capacidade de processamento de informações, senão continua sendo somente possibilidades prováveis em estado de superposição.

---

<sup>12</sup> *In my opinion, this dependence and connectivity of the individual aspects within and among each other also shows that the results of an analysis of the various aspects does not have be mutually contradictory, as Bohr describes it regarding quantum theory: Likewise we must be prepared that evidence, obtained by different, mutually exclusive experimental arrangements, may exhibit unprecedented contrast and even at first sight appear contradictory (Bohr, 1999, p. 158)*

No ponto preciso onde as possibilidades se tornam a informação medida, encontra-se outra categoria: a decoerência ou descoerência, esta última grafia mais usada no português escrito em Portugal, mas presente também em traduções para o Brasil. Segundo Zeilinger (2005) “Esse fenômeno da perda de superposições quânticas é chamado de descoerência [...]”

A decoerência descreve o momento do colapso da onda de estados superpostos, está ligada intimamente ao problema da medição pois trata do momento exato em que um sistema sai do estado quântico e se apresenta para o mundo clássico. A sintonia entre os estados superpostos é tratada como coerência de um sistema, daí a perda dessa sintonia por um contato com o ambiente externo ao sistema ser chamada decoerência.

(...) podemos dizer de maneira bem geral que a descoerência se apresenta quando o sistema leva ao ambiente a informação sobre o estado em que se encontra. Enquanto uma tal informação não se apresenta, aplica-se a superposição coerente (ZEILINGER, 2005, p. 184).

Quanto maior for a possibilidade do contato com o ambiente maior a chance de perda de coerência. A questão central nesse assunto é a identificação da influência externa ao sistema como fator determinante para a perda da superposição quântica.

Apesar de antecipado na definição de escopo do trabalho de que a computações quântica não é objeto do trabalho, tal área é útil para um exemplo mais prático da importância da decoerência. Nesse campo que liga a Física Quântica à Computação os estados superpostos potencializam a velocidade e capacidade dos computadores, alterando sua arquitetura matemática. Os clássicos 0 e 1, bits básicos da noção de informação booleana, são substituídos pelo qubit, o bit quântico. Esse qubit pode armazenar os estados possíveis e prováveis de forma superposta, ampliando o fator de armazenamento do SIM ou NÃO para o SIM-NÃO ao mesmo tempo. Essa arquitetura permite que um computador quântico realize cálculos muito mais rapidamente que um computador normal, mas especialmente, que problemas de computação diferentes possam ser submetidos aos novos processadores. Vide:

Todo dígito binário é um bite e representa uma escolha entre duas alternativas, como uma série de respostas a perguntas do tipo sim-ou-não ou uma lista de resultados de um jogo de cara-ou-coroa.

A informação quântica, por outro lado, é como uma moeda que ainda está girando. Um bit quântico não é cara nem coroa, mas uma mistura de cara e coroa. Assim, é uma forma de informação muito mais rica do que, digamos, o

código Morse, mas é também muito mais frágil. A informação quântica não pode ser recuperada sem ser destruída – assim como não é possível ver se uma moeda é cara ou coroa enquanto está girando (SIEGRIFIED, 2000, p. 30).

O maior problema da computação quântica é como manter o sistema isolado enquanto calcula, pois a mínima possibilidade de contato com exterior traz a decoerência e o sistema perde seu estado superposto, perdendo junto a capacidade de cálculo de várias possibilidades ao mesmo tempo.

Parte dos estudos atuais no campo quântico se concentra em aumentar a faixa onde a decoerência não ocorre, tentando fazer experimentos que alarguem o mundo microscópico, com o intuito de chegar o mais próximo do mundo macroscópico. Em tese, a Física Quântica não apresenta nenhum impedimento para que sistemas macroscópicos apresentem propriedades quânticas, mas isso não parece ocorrer com frequência, para dizer o mínimo, logo as divisões entre o micro e o macro ainda estão em negociação.

Em parte alguma da teoria ocorre que superposições sejam possíveis por princípio somente para sistemas muito pequenos, partículas muito pequenas etc (ZEILINGER, 2005, p. 182).

Note-se aqui a ação da observação novamente, pois a mera possibilidade de um sistema ser medido, ou seja, de ter suas informações coletadas, pois este é o significado de um contato com um elemento externo, traz consigo a decoerência.

### **2.3.6 Probabilidade e o Quantum**

Para o fechamento deste capítulo sobre a Teoria Quântica e as suas relações com a informação, dois temas ainda são necessários serem abordados, a probabilidade e o próprio *quantum*.

Na descrição das várias categorias da Teoria Quântica cabíveis para a interpretação do fenômeno da informação, verifica-se o papel destacado da abordagem estatística. Esta visão indica que os observáveis são formados por possibilidades, ou probabilidades de serem medidos em determinadas condições.

Essa interpretação probabilística de  $\psi$  é o meio de auxílio mais importante com que se estabelece o vínculo entre as fórmulas da física quântica e a observação do experimento (ZEILINGER, 2005, p. 172) <sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> A letra grega Psi ( $\psi$ ) é o símbolo usado para definir a função de onda formulada por Schrödinger e interpretada por Max Born.

O entendimento de que a certeza determinística da previsão do evento individual não é o objetivo da abordagem estatística, conforme:

A lei estatística nada prevê sobre acontecimentos individuais no futuro. Por exemplo, o fato de o número de vezes que uma moeda resulta em caras ser igual ao número de vezes que resulta em coroas num número infinito de lançamentos é uma lei estatística, mas esta igualdade nada nos diz que nos permita prever o resultado do próximo lançamento da moeda (BARROW, 1998, p. 47).

Também a aleatoriedade completa não pode ser evocada, visto que as possibilidades de observação do objeto são finitas, vide:

Um processo estocástico não é determinístico (o evento seguinte pode ser calculado com certeza) nem aleatório (o evento seguinte é totalmente livre). Ele é governado por um conjunto de probabilidades (GLEICK, 2013, p. 233).

A questão da Teoria Quântica ser estatística embasa que as categorias listadas para interpretação do fenômeno da informação em outra ciência não geram resultados pontuais, precisos e determinísticos para avaliação de um caso concreto e sim fornecem descrições em termos gerais sobre o comportamento dos objetos informacionais.

Somente a informação global do sistema determina como os resultados da medição se relacionam entre si. Pelo fato de que o resultado individual é inteiramente incerto [...] (ZEILINGER, 2005, p. 262).

Anote-se que, para esta tese, os chamados observáveis quânticos são equivalentes do que se pode identificar como um objeto informacional, aquilo que é o foco da análise de informações.

O segundo ponto de destaque para o fechamento deste capítulo são as semelhanças do quantum com o bit. O bit como unidade de quantidade para a transmissão ou armazenamento da informação indica o caráter discreto da informação, o quantum indica uma limitação na possibilidade da mensuração do fenômeno a qual somente poderá ser realizada em partes mínimas.

A probabilidade e a incerteza aparecem como bases para a criação do termo bit na teoria matemática da informação de Shannon, vide:

A informação não pode ser separada das probabilidades. Fundamentalmente, um bit é sempre o arremesso de uma moeda (GLEICK, 2013, p. 239).

Tal entendimento é compartilhado pela Teoria Quântica, conforme Zeilinger:

Nossa premissa fundamental para a física quântica é então:

"O sistema mais elementar corresponde a um bit de informação" (ZEILINGER, 2005, p. 258) .

Mas Wheeler (1990) destaca a diferença das abordagens matemáticas das da física moderna:

Nada distingue tanto a física como concebida hoje da matemática como a diferença entre o caráter contínuo de um e o caráter discreto do outro<sup>14</sup> (WHEELER, 1990, p. 315).

Fazendo uma pergunta que é respondida por Zeilinger:

Portanto, se colocarmos, conforme John A. Wheeler, a questão: "Why the quantum", ou a questão: "Por que o mundo é quantizado?", nossa resposta simples seria: "Porque a informação sobre o mundo é quantizada" (ZEILINGER, 2005, p. 263).

A questão que se destaca é a de que a teoria matemática da informação, apesar de compartilhar premissas e termos com a Teoria Quântica, não trata do mesmo fenômeno. O quantum é diferente do bit, sendo que:

A matemática da teoria clássica da informação não é capaz, portanto, de descrever a criptografia quântica (nem o teletransporte). Para descrever esses truques de magia, é preciso algo que não existia há dez anos: uma Teoria Quântica da informação (SIEGRIFIED, 2000, p. 39).

Nessa nova Teoria Quântica da informação, cujo escopo do trabalho ressaltou não ser objeto direto desta pesquisa, os bits evoluíram para os qubits, termo usado para indicar a unidade lógica mínima de um computador quântico.

Ainda, D'Azevedo (1971), no início da década de 1970, em livro sobre teoria da informação descreve uma outra teoria física da informação baseada na semiótica de Pierce. Na qual também pode-se encontrar elementos da realização da mensuração para aquisição da informação:

Todo conhecimento que temos de nossa realidade é através de signos, imagens, símbolos, ou como queiramos chamar, que formamos desse mesmo universo do qual somos parte. E tal conhecimento se dá sempre através de um de nossos sentidos (D'AZEVEDO, 1971, p. 45).

D'Azevedo cita Humberto Eco para um reforço da participação do observador.

"Se a percepção é uma participação, existem diversos modos de engajar-se ou de não engajar-se em direção a uma pesquisa de informações úteis" (D'AZEVEDO, 1971, p. 49).

Independente da nomenclatura da teoria da informação física, quântica ou matemática "o fato experimental de a constante de Planck ser diferente de zero

---

<sup>14</sup> *Nothing so much distinguishes physics as conceived today from mathematics as the difference between the continuum character of the one and the discrete character of the other.*

significa na realidade que o mundo é discreto” (PAGELS, 1986, p. 32) e essa é uma consideração importante sobre a ligação do *quantum* com a informação.

O artigo ‘Informação, Física, quantum: a busca por ligações’ do físico John Wheeler foi publicado em 1990 como parte de uma coletânea sobre Física da Informação, e ficou deveras famoso por ter cunhado a frase ‘*it from bit*’, indicando que a origem das coisas físicas estava na informação.

‘It from bit’ simboliza a ideia de que todos os itens do mundo físico, no fundo - a um fundo muito profundo, na maioria dos casos - uma fonte e explicação imaterial; que o que chamamos de realidade surge, em última análise, a partir do levantamento de perguntas ‘sim-não’ e do registro de respostas de equipamentos evocados, enfim, que todas as coisas físicas são teórico-informações em princípio origem e que este é um universo participativo<sup>15</sup> (WHEELER, 1990, p. 311) Tradução livre.

A concepção de Wheeler (1990) sobre o fenômeno da informação pode ser resumida da seguinte forma:

Primeiro, fenômeno quântico elementar trazido a avaliação por um ato irreversível de amplificação. Em segundo lugar, a informação resultante expressa na forma de bits. Em terceiro lugar, essa informação usada por observadores-participantes - através da comunicação - para estabelecer significado. Em quarto lugar, a partir do passado através dos bilênios por vir, tantos participantes observadores, tantos bits, tanto intercâmbio de informações, para construir o que chamamos de existência<sup>16</sup> (WHEELER, 1990, p. 320) Tradução livre.

A concepção de Wheeler (1990) sobre ‘*its e bits*’ não é unânime, nem na física, como destaca (SIEGRIFIED, 2000) em seu livro sobre o paradigma moderno do ‘bit’.

Mesmo assim, não posso prometer que o ‘It vem do Bit’ seja a resposta para todos os enigmas do universo. A ideia ainda não foi incorporada à Física convencional e muitas outras avenidas de investigação estão sendo exploradas (SIEGRIFIED, 2000, p. 238).

Ainda, uma contribuição do famoso físico para a discussão sobre um conceito unificado para a informação:

[...] Celebrar a ausência de uma definição clara e limpa do termo "bit" como unidade fundamental no estabelecimento de significado. Nós rejeitamos "essa visão da ciência que costumava dizer, 'Defina seus termos antes de continuar.' A natureza verdadeiramente criativa de qualquer avanço no conhecimento humano,

---

<sup>15</sup> *It from bit symbolizes the idea that every item of the physical world has at bottom — at a very deep bottom, in most instances — an immaterial source and explanation; that what we call reality arises in the last analysis from the posing of yes-no questions and the registering of equipment-evoked responses; in short, that all things physical are information-theoretic in origin and this is a participatory univers*

<sup>16</sup> *First, elementary quantum phenomenon brought to a close by an irreversible act of amplification. Second, the resulting information expressed in the form of bits. Third, this information used by observer-participants — via communication — to establish meaning. Fourth, from the past through the billions to come, so many observer-participants, so many bits, so much exchange of information, as to build what we call existence.*

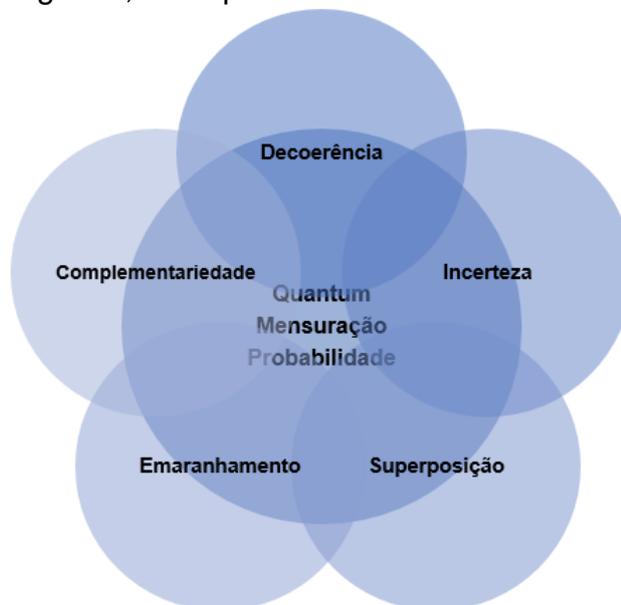
"sabemos", é tal que teoria, conceito, legislação e método de medição - para sempre inseparáveis - nascem no mundo em união [...] <sup>17</sup> (WHEELER, 1990, p. 322) Tradução livre.

A realidade, formada basicamente de manifestações de energia, e a informação, sendo o que podemos colher sobre essa realidade, não são possíveis de serem diferenciadas para o observador. Tal aspecto encontra resumo exemplar no livro *A Face Oculta da Natureza* Zeilinger (2005) onde o autor, físico renomado da Universidade de Viena, citado em documentário da BBC e várias vezes neste trabalho, sendo constante candidato ao Prêmio Nobel, conclui que “**realidade e informação são a mesma coisa**” Zeilinger (2005) (Grifo nosso).

Ressalta-se que esta realidade comparada com a informação por Zeilinger esta ligada no aspecto filosófico com a concepção do que pode ser conhecido. Em correntes pragmáticas, realistas e positivistas, diferentes e distantes dos idealismos, teria-se que essa realidade é a mesma do que existe.

### 2.3.7 Resumo de referência

A Figura 2-7 simula um Diagrama de Venn, sem se preocupar com a proporção da intersecção de cada conjunto, mas deixando claro que todas as características estão interligadas, sobrepostas e são resultado do mesmo fenômeno.



**FIGURA 2-7 AGRUPAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DA INFORMAÇÃO NA TEORIA QUÂNTICA**

Fonte: Autor, 2014.

<sup>17</sup> [...] celebrate the absence of a clean clear definition of the term "bit" as elementary unit in the establishment of meaning. We reject "that view of science which used to say, 'Define your terms before you proceed.' The truly creative nature of any forward step in human knowledge," we know, "is such that theory, concept, law and method of measurement — forever inseparable — are born into the world in union [...]"

A descrição supra utilizada neste capítulo, iniciando pelos fundamentos empíricos da Teoria Quântica, notadamente o problema da mensuração, passando por cinco características do fenômeno da informação e finalizando com a importância da visão estatística e da compreensão da natureza discreta da mensuração, pode ser visualizada de forma agrupada na Figura 2-7 acima.

O Quadro 2-10 descreve resumidamente cada conjunto da Figura 2-7. O termo ‘característica’ da informação usado na primeira coluna do quadro pretende ser genérico epistemologicamente, listando as questões consideradas mais relevantes no referencial teórico. A coluna ‘entendimento’ versa sobre como foi entendida a característica no âmbito da Teoria Quântica.

**QUADRO 2-10 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS QUÂNTICAS DA INFORMAÇÃO**

<b>Característica</b>	<b>Entendimento</b>
<b>Mensuração</b>	A relação do observador com o objeto observado
<b>Probabilidade</b>	Existe uma faixa de possibilidades possíveis
<b>Quantum</b>	Partículas tem um mínimo possível de energia
<b>Superposição</b>	Possibilidade de múltiplos estados somados antes da mensuração
<b>Incerteza</b>	Impossibilidade de precisão total na mensuração, imprecisão inerente
<b>Emaranhamento</b>	Ligação profunda entre as propriedades de dois elementos
<b>Complementariedade</b>	Observável possui características que não podem ser mensuradas em conjunto
<b>Decoerência</b>	Perda de todas as outras possibilidades, restando apenas a informação que foi medida

Fonte: Autor, 2014.

## 2.4 Coleta da bibliografia em Ciência da Informação

A primeira rodada de levantamentos bibliográficos, apresentada no subtópico 2.1, concluiu pela pouca precisão do termo utilizado na busca da literatura.

A metodologia de levantamento para a língua inglesa foi então alterada para a busca do termo 'QUANTUM', indicador mais delimitado para os assuntos possivelmente relevantes para a tese.

Ao se apresentar o relatório de qualificação, a banca indicou que o termo utilizado para o inglês fosse o mesmo que para o português, no caso 'QUÂNTICA' OU 'QUÂNTICO'.

A seguir descreve-se em maior nível de detalhes o processo de coleta e identificação do material relevante.

A escolha dos periódicos nacionais definitivos para serem alvos desta pesquisa se deu com base na lista disponibilizada no *site* da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação ANCIB (2014), a qual possui o conteúdo provido pelo Laboratório de Tecnologias Intelectuais da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).<sup>18</sup>

No total, 56 (cinquenta e seis) periódicos foram localizados para servirem de fonte de pesquisa. A Tabela 2-3 elenca os periódicos e os resultantes 26 (vinte e seis) textos localizados com o termo de busca 'QUÂNTICA' OU 'QUÂNTICO', com ou sem acento.

TABELA 2-3 QUANTIDADES RECUPERADAS COM A PALAVRA-CHAVE 'QUÂNTICA (O)'

Nº	Periódico	QUÂNTICA(O)
1	A. TO. Z. REVISTA ELETRÔNICA	0
2	ÁGORA - REVISTA DO ARQUIVO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA E DO CURSO DE ARQUIVOLOGIA DA UFSC	1
3	ARCHEION ONLINE	0
4	ARQUIVÍSTICA.NET	0
5	ARQUIVO & ADMINISTRAÇÃO (*)	0
6	BIBLIONLINE	0
7	BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS: PESQUISAS, EXPERIÊNCIAS E PERSPECTIVAS	0
8	BIBLOS	0
9	BITA: BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY ABSTRACTS	0

<sup>18</sup> Ressalta-se que a atualização da lista para o conteúdo com referência à UFPB se deu após a defesa da qualificação.

<b>Nº</b>	<b>Periódico</b>	<b>QUÂNTICA(O)</b>
10	BRAZILIAN JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE	0
11	CADERNOS DE BIBLIOTECONOMIA (*)	0
12	CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	2
13	COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO	0
14	CRB-8 DIGITAL	0
15	DATAGRAMAZERO	10
16	EM QUESTÃO	3
17	ENCONTROS BIBLI	0
18	ESTUDOS AVANÇADOS EM BIBLIOTECONOMIA E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (*)	0
19	ETD: EDUCAÇÃO TEMÁTICA DIGITAL	0
20	INCID: REVISTA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO	2
21	INCLUSÃO SOCIAL	1
22	INFOCIÊNCIA (*)	0
23	INFORMAÇÃO & INFORMAÇÃO	0
24	INFORMAÇÃO & SOCIEDADE: ESTUDOS	0
25	INFORMAÇÃO & TECNOLOGIA	0
26	INFORMAÇÃO ARQUIVÍSTICA	0
27	INFORMAÇÃO@PROFISSÕES	0
28	INFORME: ESTUDOS EM BIBLIOTECONOMIA E GESTÃO DA INFORMAÇÃO (*)	0
29	INTEXTO	0
30	LIINC EM REVISTA	0
31	MORPHEUS: REVISTA ELETRÔNICA EM CIÊNCIAS HUMANAS	
32	MÚLTIPLOS OLHARES EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
33	PERCURSOS	0
34	PERIÓDICO PERMANENTE	1
35	PERSPECTIVAS EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
36	PERSPECTIVAS EM GESTÃO & CONHECIMENTO	0
37	PESQUISA BRASILEIRA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E BIBLIOTECONOMIA	0
38	PONTO DE ACESSO	0
39	RACIN - REVISTA ANALISANDO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
40	RECIIS: REVISTA ELETRÔNICA DE COMUNICAÇÃO, INFORMAÇÃO E INOVAÇÃO EM SAÚDE	2
41	REVISTA ACB	1
42	REVISTA BIBLIOO	0
43	REVISTA BRASILEIRA DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO	0
44	REVISTA DA ESCOLA DE BIBLIOTECONOMIA DA UFMG (*)	0
45	REVISTA DE BIBLIOTECONOMIA & COMUNICAÇÃO (*)	0
46	REVISTA DE BIBLIOTECONOMIA DE BRASÍLIA (*)	0
47	REVISTA DIGITAL DE BIBLIOTECONOMIA E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
48	REVISTA DO DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECONOMIA E HISTÓRIA (*)	0
49	REVISTA ELETRÔNICA INFORMAÇÃO E COGNIÇÃO (*)	3
50	REVISTA IBERO-AMERICANA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - RIC	0

Nº	Periódico	QUÂNTICA(O)
51	REVISTA INTERAMERICANA DE BIBLIOTECOLOGIA	0
52	REVISTA INTERFACES CIENTÍFICAS	0
53	REVISTA ONLINE DA BIBLIOTECA PROF. JOEL MARTINS (*)	0
54	REVIU - REVISTA INFORMAÇÃO E UNIVERSIDADE	
55	TENDÊNCIAS DA PESQUISA BRASILEIRA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	0
56	TRANSINFORMAÇÃO	0
<b>Total</b>		<b>26</b>

\* Histórica e inativa. Fonte: Autor, 2013.

Estes textos foram submetidos à leitura do conteúdo para identificação do contexto, sendo selecionados 9 (nove) artigos com relevância para o assunto da tese, elencados na Tabela 2-4.

Repetindo o resultado alcançado na fase de triagem inicial, quando do uso do termo 'FÍSICA', 4 (quatro) dos 9 (nove) textos selecionados trabalham a questão da Teoria Quântica como base de um paradigma pós-moderno interdisciplinar da Ciência da Informação. A discussão destes artigos foi incluída no já trabalhado subtópico 2.1 no início deste capítulo.

**TABELA 2-4 QUANTIDADES DE TEXTOS RELEVANTES EM PERIÓDICOS NACIONAIS**

Nº	Periódico	Relevante
12	CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	1
15	DATAGRAMAZERO	4
20	INCID: REVISTA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO	1
41	REVISTA ACB	1
49	REVISTA ELETRÔNICA INFORMAÇÃO E COGNIÇÃO (*)	2
<b>Total</b>		<b>9</b>

\* Histórica e inativa. Fonte: Autor, 2013.

A coleta dos artigos revelou uma edição completa da Revista Eletrônica Informação e Cognição, revista não mais publicada, dedicada a responder, conforme seu editorial, se a física quântica é relevante para o entendimento da mente? (PEREIRA JÚNIOR, 2001)

O escopo epistemológico da tese indica que os aspetos da Teoria Quântica ligados a abordagem da consciência nos seres vivos não são o foco do trabalho. Tal restrição se dá pela identificação que este viés de assunto resultaria em uma tese autônoma, dado ao possível aprofundamento somente no caminho biológico do assunto. O próprio editorial citado demonstra a abrangência do assunto, quando indica que um dos textos é uma resenha sobre o assunto do “autoevolucionismo de

Lima-de-Faria, para quem a evolução biológica seria explicável pela física e não pela teoria darwiniana.” (PEREIRA JÚNIOR, 2001, p. 1)

Para o levantamento da bibliografia internacional o termo ‘*QUANTUM*’ foi escolhido por hipótese de que se um artigo no campo da Ciência da Informação abordasse a Teoria Quântica ou fenômenos a ela ligados provavelmente conteria a palavra, sendo que os termos “*quantum physics*” ou “*quantum theory*” seriam muito restritivos.

Uma lista definitiva de fontes foi preparada utilizando-se como parâmetros de escolha a Biblioteca Virtual nas áreas de Arquivologia, Biblioteconomia e Ciência da Informação, projeto coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Ursula Blattmann da Universidade Federal de Santa Catarina e disponível no URL: <http://bib-ci.wikidot.com> (Acesso em 3 de março de 2014)<sup>19</sup>. Nesta lista a parte de periódicos serviu como delimitação das fontes, especificamente os itens: a) LIBRARIANSHIP AND INFORMATION SCIENCE e b) LIBRARY RESEARCH do rol disponível no projeto.

A nova lista de fontes ficou com 48 periódicos e retirando-se os textos sem revisão cega dos pares, como blogs, magazines, indexadores e newsletters, e fontes iguais, mas com nomes diferentes, finalizou em 31 periódicos como fonte da pesquisa para a parte da metodologia de revisão de literatura concentrada em periódicos estrangeiros.

As 31 fontes foram pesquisadas pelo termo de busca ‘Quantum’, utilizando-se das ferramentas de busca internas do *site* ou pelo comando ‘site:’ do buscador Google, como no exemplo ‘quantum lpp site:webpages.uidaho.edu filetype:pdf’, o qual localiza o termo em arquivos do tipo PDF presentes no domínio da Universidade de Idaho, mas que tenham também a citação de ‘lpp’, parte do *site* do jornal LIBRARY PHILOSOPHY AND PRACTICE, número 20 da Tabela 2-5.

A Tabela 2-5 elenca as 31 fontes pesquisadas e quantos artigos foram retornados para o termo.

**TABELA 2-5 QUANTIDADES RECUPERADAS COM A PALAVRA-CHAVE ‘QUANTUM’**

Nº	Periódico	QUANTUM
1	EDUCATION FOR INFORMATION	0
2	ETHICS AND INFORMATION TECHNOLOGY	15

<sup>19</sup> Indica-se que o acesso e preparação da lista, bem como o estudo dos textos se deu antes da banca de qualificação.

Nº	Periódico	QUANTUM
3	EVIDENCE BASED LIBRARY AND INFORMATION PRACTICE	0
4	IFLA JOURNAL	20
5	IN THE LIBRARY WITH THE LEAD PIPE	2
6	INFORMATION RESEARCH: AN INTERNATIONAL ELECTRONIC JOURNAL	18
7	INFORMING SCIENCE	0
8	INTERNATIONAL INFORMATION AND LIBRARY REVIEW	11
9	INTERNATIONAL REVIEW OF INFORMATION ETHICS	7
10	JOURNAL OF DOCUMENTATION	14
11	JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA AND LIBRARY SCIENCES	0
12	JOURNAL OF INFORMATION ETHICS	1
13	JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE	55
14	JOURNAL OF INFORMETRICS	16
15	JOURNAL OF LIBRARIANSHIP AND INFORMATION SCIENCE	12
16	JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	82
17	LIBRARIES AND THE CULTURAL RECORD	6
18	LIBRARY AND INFORMATION RESEARCH	0
19	LIBRARY AND INFORMATION SCIENCE RESEARCH	0
20	LIBRARY PHILOSOPHY AND PRACTICE	14
21	LIBRARY QUARTERLY	0
22	LIBRARY REVIEW	4
23	LIBRARY TRENDS	4
24	LIBRES LIBRARY AND INFORMATION SCIENCE ELECTRONIC JOURNAL	5
25	LIBRI	6
26	NEW LIBRARY WORLD	10
27	NEXTSPACE	18
28	PROGRESSIVE LIBRARIAN	0
29	READING RESEARCH QUARTERLY	2
30	SIMILE: STUDIES IN MEDIA & INFORMATION LITERACY EDUCATION	0
31	THE INDEXER	7
<b>Total</b>		<b>329</b>

Fonte: Autor, 2014.

As fontes estrangeiras permitem, em sua maioria, apenas a visualização do título e do resumo (*abstract*) do artigo, diferentes das nacionais que permitiam salvar o documento completo localmente para posterior consulta. Tal restrição indicou a definição de relevância pelo título e pelo resumo mesmo, selecionando também os que geraram dúvida para acesso ao conteúdo completo posteriormente.

A Tabela 2-6 lista os 7 periódicos que retornaram artigos relevantes para o tema desta tese, arrolando ao todo 21 trabalhos a serem mais detidamente analisados.

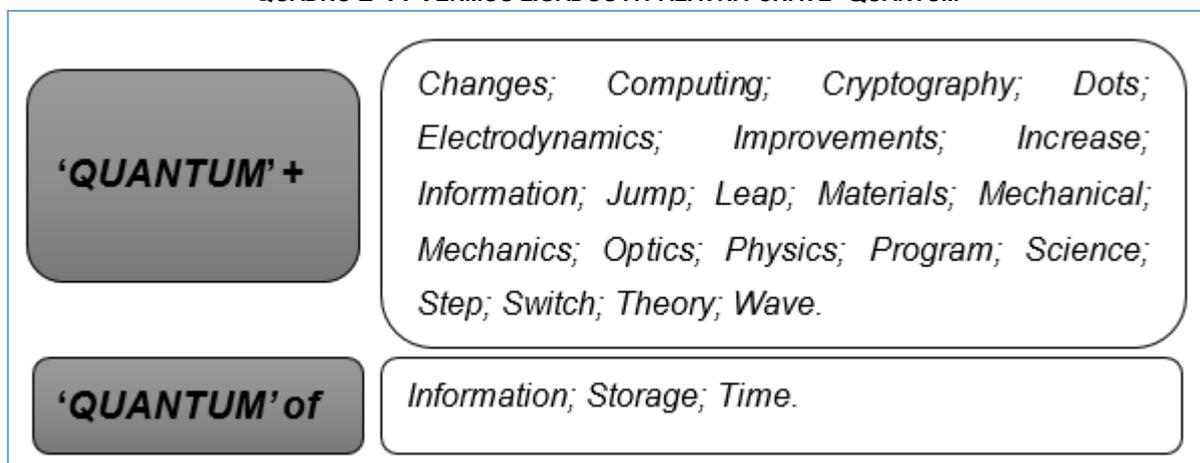
**TABELA 2-6 QUANTIDADES CONSIDERADAS RELEVANTES PERIÓDICOS ESTRANGEIROS**

Nº	Periódico	Relevante
6	INFORMATION RESEARCH: AN INTERNATIONAL ELECTRONIC JOURNAL	5
9	INTERNATIONAL REVIEW OF INFORMATION ETHICS	1
10	JOURNAL OF DOCUMENTATION	5
13	JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE	3
16	JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	3
20	LIBRARY PHILOSOPHY AND PRACTICE	3
26	NEW LIBRARY WORLD	1
<b>Total</b>		<b>21</b>

Fonte: Autor, 2014.

O Quadro 2-11 apresenta as palavras ligadas ao termo ‘Quantum’. Ressalta-se uma redução na quantidade de termos em periódicos estrangeiros em comparação com a lista nacional, 24 para inglês e 40 para português. Fato ocorrido em razão da citada restrição de acesso ao texto completo, pois muitos artigos foram considerados irrelevantes para a pesquisa mesmo sem a leitura do ponto onde o termo ‘Quantum’ foi citado, e sim pelo título ou resumo.

**QUADRO 2-11 TERMOS LIGADOS À PALAVRA-CHAVE ‘QUANTUM’**



Fonte: Autor, 2014.

Destaca-se que mesmo o termo ‘*quantum*’ seguido de ‘*physics*’ ou ‘*theory*’ não indica certeza de relevância para o trabalho, visto que o artigo pode versar sobre os profissionais da Física Quântica, por exemplo.

No tocante a esta fase de coleta, ressalta-se que o termo ‘*quantum*’ indica em vários casos uma referência à quantidade, como indicado no Quadro 2-11 quando da parte ligada ao termo ‘*quantum of*’, listando quantidades da própria informação, de armazenamento e de tempo.

Interessante destacar o uso do termo '*quantum leap*', traduzido livremente como 'salto quântico', indicando uma grande mudança na visão de determinado assunto, uma transformação de paradigma. Este termo aparece com uma figura de linguagem e não especificamente ligado ao assunto física quântica.

Para a coleta dos 21 artigos considerados relevantes para a leitura utilizou-se o próprio sítio na Internet do periódico quando de livre acesso e o Portal de Periódicos da CAPES quando da necessidade de acesso pago. Ressalta-se que os três artigos do *Journal of Information Science* não foram acessados, pois nenhum caminho resultou em sucesso para sua coleta, a única opção seria a aquisição direta do texto via sistema de pagamento da própria publicação, com valores superiores a US\$ 100,00 (cem dólares). No cômputo final dos artigos analisados ficou-se com 18 publicações.

## **2.5 Revisão da bibliografia da Ciência da Informação**

O trecho que segue do trabalho trata dos periódicos nacionais do campo da Ciência da Informação, os quais foram colhidos de acordo com a metodologia proposta.

Um substrato dos artigos selecionados pela metodologia em relação à bibliografia nacional foi utilizado na abertura deste capítulo, os quais versavam basicamente sobre epistemologia e as bases da Ciência da Informação enquanto uma ciência interdisciplinar.

Neste subtópico a abordagem dos artigos restantes encontrados nos periódicos nacionais é relacionada com as questões ligadas à informação presentes na Teoria Quântica.

Mesmo com o descarte citado dos artigos da edição da Revista Eletrônica Informação e Cognição devido ao corte epistemológico da tese, cabe ressaltar, por relevante, uma crítica à interpretação de Copenhague descrita no artigo sobre a Teoria Quântica da Consciência de Penrose e Hameroff, indicando que a mesma não é unânime, apesar de ser a mais referenciada.

Tem-se, de acordo com interpretação de Copenhague, nada de anormal com a superposição quântica: ignora-se o problema da redução, isto é, "não há" redução do vetor de estado, "não há" colapso da função de onda. O que há, para fins experimentais, é uma superposição quântica coerente, e a evolução determinista

da função de onda é representada pelo operador U de evolução linear (cf., para maiores detalhes técnicos, d'Espagnat (1976,p.7-9)) Para Penrose, entretanto, há colapso da função de onda. E a interpretação de Penrose pretende ser mais uma proposta sobre como o colapso ocorre, isto é, sobre o mecanismo do colapso (RIBEIRO, 2001, p. 110).

Para esta afirmação, Penrose introduz a noção chave para sua tentativa de resolver o mencionado problema: a teoria da gravidade quântica (RIBEIRO, 2001, p. 111).

Deste artigo também foi colhida o Quadro 3-9 que compara a Teoria Geral da Relatividade (TGR) com a Mecânica Quântica (MQ), resumindo as discussões sobre o assunto, iniciadas historicamente entre Einstein e Bohr e encontradas em vários momentos na bibliografia desta tese, vide Pagels (1986), Barrow (1998), Zeilinger (2005) e Polkinghore (2011).

**QUADRO 2-12 COMPARAÇÃO TEORIA GERAL DA RELATIVIDADE X MECÂNICA QUÂNTICA**

<b>TGR</b>	<b>MQ</b>
<i>Continuum</i> espaço-tempo	Quanta discretos / ondas associadas
Linearidade	não-linearidade
Localidade	Holista
Computável	Não-computável
Separável	Correlativa
Funções tensoriais que descrevem, nas condições de máxima informação experimental, simultaneamente todas as grandezas físicas envolvidas	Funções de onda, definidas num espaço de fase, que não descrevem, nas condições de máxima informação experimental, simultaneamente todas as grandezas físicas envolvidas
Espaço tensorial de Riemman-Einstein: operadores que comutam.	Espaço tensorial de Hilbert-von Neumann: operadores que não-comutam
Determinista (causal)	Indeterminista (violação da causalidade clássica)

Fonte: Ribeiro (2001, p. 112)

Como substrato da rodada inicial de coleta, ainda com o termo 'FÍSICA', o artigo da autoria de Gustavo Cavalcante e Mamede Marques, 'Contribuições da

Ciência da Informação para a Ciência das Redes' passa a ser relevante para os assuntos da tese quando diz que:

O entendimento do complexo mundo que nos rodeia é uma tarefa das mais difíceis e princípios simples que capturem as características essenciais destes sistemas naturais complexos são sempre bem-vindos. Um destes princípios é a sua organização em rede onde constituintes de diversos elementos que interagem entre si (CAVALCANTE e LIMA-MARQUES, 2008, p. 142).

Significando que a busca de referências de blocos fundadores, constituintes, da realidade em si é objeto constante da ciência. Mas a referência do artigo citado também não é totalmente aderente à abordagem desta tese. Enquanto a tese quer verificar na Teoria Quântica quais conceitos podem ser úteis para uma interpretação de um objeto informacional, o artigo vai no caminho contrário, mostrando que a Ciência da Informação contribuiu para o entendimento da Teoria de Redes, veja-se:

No final da década de 90, várias das ideias de Solla Price, foram redescobertas (aparentemente de forma independente) em outras áreas da ciência, como a Física, por exemplo, e publicadas com grande estardalhaço, como se fossem inéditas. Posteriormente descobriu-se que estas ideias já haviam sido publicadas em periódicos da área da Ciência da Informação, cerca de 30 anos antes (CAVALCANTE e LIMA-MARQUES, 2008, p. 147).

Colheu-se ainda um texto que não pode ser enquadrado na categoria de artigo científico, sendo a condensação, segundo o autor, de material publicado originalmente nas edições on-line de 'O Estado de São Paulo', em 20/06/2002 e 27/06/2002 e publicado na seção Cartas e Colunas da revista DataGramZero. Nele o autor comenta sobre o teletransporte quântico e insere conceitos relevantes para a continuidade da compreensão das categorias quânticas da informação, sendo:

#### Incerteza:

(..) uma das limitações mais frustrantes impostas pela natureza ao conhecimento humano: o Princípio da Incerteza de Heisenberg (ORSI, 2002, p. 1).

De maneira mais genérica, pode-se dizer que é impossível determinar todas as características de uma partícula simultaneamente: ao se definir uma certa característica "X", a característica complementar, "Y", torna-se indeterminada (ORSI, 2002, p. 1).

#### Sobreposição:

A partícula existe numa sobreposição de estados: ela está em todos os lugares ao mesmo tempo, movendo-se em todas as velocidades possíveis, girando em todos os eixos. E a única forma de descrevê-la é como uma "nuvem" de probabilidades, mais densa onde as chances são maiores, mais rarefeita nos demais pontos (ORSI, 2002, p. 1).

Emaranhamento:

(...) o "emaranhamento" das partículas não depende da distância entre elas no instante da experiência (ORSI, 2002, p. 2).

No sentido de definições úteis, também um artigo sobre memória, especialmente imagética, indica reforço ao conceito de Qubit:

Na teoria da informação quântica, o Qubit – quantum bit ou bit quântico – equivale ao bit dos computadores digitais, e é utilizado como forma de medida para os computadores quânticos.

Entretanto, o Qubit, não se apresenta em apenas dois estados (0 ou 1), mas sob uma possibilidade infinita de estados superpostos e que não podem ser observados em objetos macroscópicos ou clássicos (SOBRINHO, 2012, p. 6).

Finalmente, o artigo mais ligado à discussão de concepções da informação na Teoria Quântica encontrado na bibliografia nacional foi uma revisão feita por Gonzalez (2013) sobre a filosofia da informação de Luciano Floridi. Neste texto a autora descreve as posições de Floridi sobre assuntos ligados ao tema da tese.

Para Floridi, os conceitos informacionais são tão fortes, que, num dado nível de abstração, qualquer coisa pode ser apresentada como sistema de informação, numa espécie de pan-computacionismo. O verdadeiro problema seria demonstrar quando um sistema físico não é um sistema de informação (FLORIDI, 2004a, 566 e ss.) (GONZALEZ, 2013, p. 11).

Existindo a possibilidade da própria natureza ser informacional, questão que a autora coloca como um problema a ser tratado pela filosofia da informação proposta por Floridi.

(...) quais as relações metateóricas entre a Filosofia da informação e a Física, dado que se o Universo for feito de informação, a física quântica seria uma teoria da informação física? (GONZALEZ, 2013, p. 15)

Importante ainda para a tese é o fato da autora destacar que Floridi não é adepto da possibilidade de uma unificação do conceito de informação, vide em citação indireta:

A missão dessa Filosofia da Informação não vai ser elaborar ou legitimar uma teoria unificada da informação, mas propiciar a constituição de uma família integrada de teorias, assumindo, para isso, algumas tarefas: a) analisar, avaliar e explicar os vários princípios e conceitos da informação, de suas dinâmicas e utilização; b) atender às questões que surgem em diferentes contextos de aplicação, e c) manter esse questionamento em permanente interconexão com outros conceitos-chaves da filosofia, como Ser, conhecimento, verdade, vida, significado (GONZALEZ, 2013, p. 5).

O terceiro problema (P3), se expressa na pergunta: é possível uma teoria unificada da informação? a qual Floridi (2011) responde de maneira negativa (GONZALEZ, 2013, p. 8).

Seguindo a revisão da bibliografia trata-se dos artigos recuperados com o termo 'Quantum'. O trabalho agora trata da revisão da literatura mundial.

Diferentemente da divisão do material nacional em dois grupos, a saber: 1) artigos sobre questões interdisciplinares abordados no primeiro subtópico deste capítulo e 2) artigos com considerações sobre assuntos ligados diretamente à Teoria Quântica; o resultado da leitura do material estrangeiro pode ser dividido em quatro grupos, sendo:

1) Artigos onde o termo 'quantum' é citado sem relação com o assunto do principal do artigo, de forma exemplificativa ou que a questão de categorias quânticas não seja tratada em uma linha de discussão do artigo, mesmo remetendo a assuntos da ligação da Teoria Quântica com a Ciência da Informação;

2) Editoriais dos periódicos, exarando opiniões sobre os assuntos pesquisados de forma a demonstrar uma visão de relevância e geral para o campo;

3) Artigos que discutem a pertinência do uso de concepções sobre informação advindas da Teoria Quântica no campo da Ciência da Informação; e

4) Escritos com o uso de categorias da área quântica no contexto do assunto da tese.

O primeiro grupo apresenta artigos rapidamente descartados quando da verificação do contexto do termo 'quantum', como o de Hjørland (2009) que em seu referencial artigo sobre Teoria do Conceito utiliza uma menção exemplificativa de como o termo 'elemento' pode ser dúbio, citando um livro sobre Química Quântica e o de Weissinger (2005) que discute o conceito de informação com um conceito valorativo e usa o termo 'salto quântico' para destacar um pensamento.

Já o artigo 'Usando um Formalismo da Física Quântica para Sumarização de Multidocumentos'<sup>20</sup>, em tradução livre, de Piwowarski, Amini e Lalmas (2012) trata do uso do formalismo matemático avançado utilizado na mecânica quântica, notadamente os vetores dos espaços de Hilbert, para a construção de resumos automáticos e recuperação da informação.

Neste artigo, propomos uma ampla extensão destas técnicas baseadas no modelo de acesso à informação quântica (QIA). Este modelo foi desenvolvido para a modelagem de acesso à informação com base no formalismo probabilístico da física quântica. [...]

---

<sup>20</sup> *On Using a Quantum Physics Formalism for Multidocument Summarization.*

Em QIA, como em LSA, extrair os tópicos mais salientes de um ou mais documentos começa pela definição de um associado conjunto de vetores às frases. O quadro QIA utiliza esse conjunto de vectores para definir uma densidade de probabilidade quântica, isto é, uma distribuição de vetores num espaço tópico<sup>21</sup> (PIWOWARSKI, AMINI e LALMAS, 2012, p. 1 e 2) Tradução livre.

Este artigo mostra uma aplicação, mas da matemática descritora da teoria e não dos seus conceitos.

Um tema que surgiu neste grupo mais afastado do cerne da discussão da tese, que são as categorias ligadas à informação na Teoria Quântica, é citado por Laurel Clyde (2006), que traz um exemplo de como a Teoria Quântica, por possuir conceitos não ligados ao senso empírico e uma base matemática pesada, acaba sendo interpretada como uma ‘prova de tudo’. Em seu trabalho sobre qualidade da informação apresenta o caso do artigo ‘Transgredindo as Fronteiras: em direção a uma hermenêutica transformadora da gravidade quântica’<sup>22</sup>, de Sokal, que foi concebido para comprovar que periódicos científicos são facilmente enganados quando apresentados a discursos aderentes à sua inclinação ideológica.

O físico e teólogo Polkinghorne concorda com esta proposta ao salientar que a Teoria Quântica não explica a telepatia ressaltando:

É evidente que a Teoria Quântica é estranha e surpreendente, mas não é tão esquisita a ponto de permitir que “vale tudo”. [...] Pode-se chamar isso de “moda quântica” (POLKINGHORNE, 2011, p. 109).

A ‘moda quântica’ pode fundamentar afirmações que carecem de maior rigor na transposição interdisciplinar, visto a citada base não trivial dos fundamentos da teoria. O artigo de Kazanjian (2006) sobre o as bibliotecas do amanhã nos traz um exemplo sobre o quanto a analogia pode ser utilizada.

Essa integração do registrado com o registro é semelhante à noção de unificação da física Newtoniana (Sir Isaac Newton) e a relatividade de Albert Einstein com as teorias quânticas de Werner Heisenberg.

A física de Newton e a relatividade lidam com grandes massas astronômicas (planetas, estrelas), as quais as nossas observações não influenciam, enquanto as preocupações da física quântica são as realidades subatômicas, onde o observador influencia as posições das partículas. O leitor não influencia outros leitores no que se refere ao que está registrado em livros e artigos da biblioteca, mas pode participar e influenciar o que está evoluindo na sala de aula e,

---

<sup>21</sup> *In this article, we propose a major extension of these techniques that relies on the quantum information access (QIA) framework. The latter is a framework developed for modelling information access based on the probabilistic formalism of quantum physics. [...]*

*In QIA, as for LSA, extracting the salient topics of one or more documents starts by defining a set of vectors associated with sentences. The QIA framework uses this set of vectors to define a quantum probability density, i.e., a distribution over vectors in a topical space.*

<sup>22</sup> *Transgressing the boundaries: toward a transformative hermeneutics of quantum gravity*

eventualmente, será registrado para as futuras gerações<sup>23</sup> (KAZANJIAN, 2006, p. 8) Tradução livre.

Neste sentido o autor Tom Wilson, refletindo sobre estudos de usuários, faz uma ressalva sobre o positivismo na ciência, indicando que a mecânica quântica coloca esta visão em cheque na própria Física.

Esta abordagem de análise quantitativa e causal também está associada ao termo "positivismo": um termo muito utilizado nos escritos de alguns autores. Essencialmente, o positivismo identifica a abordagem racional das ciências físicas (embora, com o desenvolvimento da mecânica quântica a própria noção de racionalidade está um pouco em risco até mesmo dentro da física, ver, por exemplo, Zukav (1979))<sup>24</sup> (WILSON, 2000, p. 13) Tradução livre.

Interessante que Wilson cita como fonte de sua crítica ao positivismo um livro sobre a ligação da física moderna, leia-se quântica, e as religiões orientais. Zukav, com seu '*The dancing Wu Li masters: an overview of the new physics*', está na mesma categoria de Capra (1999) com o famoso 'O Tao da Física', cuja 1ª edição foi publicada em 1975, tornando-se um *best seller* de divulgação da física quântica.

As ressalvas de que a física quântica não representa uma visão clássica do mundo são importantes para a compressão de um novo paradigma e para a fundamentação de uma transposição de suas categorias para outros campos do conhecimento. Budd (2013) indica as dificuldades de compreensão no contexto da Ciência da Informação.

A Teoria Quântica moderna é incomum em dois aspectos. Primeiro, ela incorpora um conjunto de ideias físicas que diferem completamente de grande parte da nossa experiência cotidiana, e também com a maioria dos experimentos em física na escala macroscópica. Em segundo lugar, o aparato matemático necessário para aplicar esta teoria até mesmo para os exemplos mais simples é muito menos conhecido do que o necessário em problemas correspondentes da física clássica<sup>25</sup> (BUDD, 2013, p. 569) Tradução livre.

---

<sup>23</sup> *This integration of the recorded and recording is akin to the physics' notion of unifying Sir Isaac Newton's Newtonian and Albert Einstein's relativity with Werner Heisenberg's quantum theories. Newtonian and relativity physics deal with large astronomical masses (planets, stars), which our observation does not influence, while quantum physics concerns subatomic realities where the observer influences the positions of particles. The reader does not influence for other readers what is recorded in library books and articles, but does participate in and influence what is evolving in the classroom and will eventually be recorded for future generations.*

<sup>24</sup> *This quantitative, causal analysis approach is also associated with the term 'positivism': a term of abuse in the writings of some authors. Essentially, positivism identifies the rational approach of the physical sciences (although, with the development of quantum mechanics the notion of rationality itself is somewhat at risk even within physics, see, for example, Zukav (1979)).*

<sup>25</sup> *Modern quantum theory is unusual in two respects. First, it embodies a set of physical ideas that differ completely with much of our everyday experience, and also with most experiments in physics on a macroscopic scale. Second, the mathematic apparatus needed to apply this theory to even the simplest examples is much less familiar than that required in corresponding problems of classical physics.*

Um dos premiados com o Nobel pela construção de avanços na Teoria Quântica, Richard Feynman, possui uma passagem, citada por John Barrow que representa bem a questão da teoria ser de difícil absorção pelo senso empírico.

Pode ter havido um tempo em que apenas um homem a compreendia, o homem que a descobriu, antes de a redigir no papel. Mas depois de lerem o artigo muitas pessoas compreenderam a teoria da relatividade, de uma maneira ou de outra [...] Por outro lado, penso que posso dizer com segurança que ninguém compreende a mecânica quântica. Richard Feynman (BARROW, 1998, p. 188).

O artigo de Bawden (2007) que faz uma revisão da literatura sobre a possibilidade de um conceito unificado de informação entre as ciências naturais e a Ciência da Informação, compartilha da ressalva sobre o hermetismo da Teoria Quântica:

A mecânica quântica, elaborada nos primeiros anos do século XX, é a teoria física mais bem sucedida desenvolvida até hoje, em termos de sua capacidade de explicar com precisão as experiências e observações. Interpretá-la, no entanto, e compreender o que "significa", é notoriamente difícil. Curiosamente para nossos propósitos, muitas das interpretações disponíveis fazem alguma referência a informação ou conhecimento (Penrose, 2004, capítulo 29).

Uma das principais dificuldades é que o formalismo quântico sugere que a realidade física é uma mistura estranha de estados quânticos, de modo que o resultado de qualquer observação é um mix de possibilidades. A explicação do porquê de isso não acontecer na prática é ainda problemática<sup>26</sup> (BAWDEN, 2007, p. 313) Tradução livre.

Bawden (2007) também cita a interpretação de Copenhagen no contexto das discussões de um conceito unificado de informação na Ciência da Informação:

A mais usual, a interpretação de Copenhagen" da mecânica quântica sugere que a mistura de estados cai para apenas uma, representando o que é invariavelmente observado, somente após a intervenção de um observador consciente. Esta é uma situação problemática, levando a dificuldades quanto ao que exatamente é considerado como um "observador ". Algumas tentativas de lidar com isso levaram à ideia de uma "coleta de informações e utilização de sistema" (IGUS), que incluem, mas não se limitando a, um ser humano (GellMann, 1994, capítulo 11). Em todo o caso, esta interpretação coloca informações e conhecimentos diretamente para o centro da teoria física fundamental<sup>27</sup> (BAWDEN, 2007, p. 313).

---

<sup>26</sup> *Quantum mechanics, devised in the first years of the twentieth century, is the most successful physical theory yet developed, in terms of its ability to account accurately for experiments and observations. Interpreting it, however, and understanding what it "means", is notoriously difficult. Intriguingly for our purposes, many of the interpretations available make some reference to information or knowledge (Penrose, 2004, chapter 29).*

*One of the major difficulties is that the quantum formalism suggests that physical reality is a strange mingling of quantum states, so that the outcome of any observation is a mix of possibilities. Accounting for why this does not happen in practice is as yet problematic.*

<sup>27</sup> *The most usual, "Copenhagen", interpretation of quantum mechanics suggests that the mixture of states drops to only one, accounting for what is invariably observed, only after the intervention of a conscious observer. This is a problematic situation, leading to difficulties as to what exactly counts as an "observer". Some attempts to deal with this have led to the idea of an "information gathering and utilising system" (IGUS), which would include, but not be limited to, a*

O segundo grupo de publicações analisadas foi separado por não se tratar de artigos científicos propriamente ditos e sim opiniões editoriais ou 'reviews'. A importância desse grupo está na identificação de tendências na área, e sua explanação se dará em ordem cronológica.

Ao apresentar os *Proceedings* da Segunda Conferência Internacional sobre Concepções na Biblioteconomia e na Ciência da Informação (CoLIS2), notadamente realizada em Copenhague (berço da física quântica), o Professor Tom Wilson (1996), o mesmo da citação próxima ao livro de Capra exemplificada acima, descreve e destaca um grupo de *papers* que utilizam o termo 'incerteza'.

O assunto ligado ao termo é a recuperação de informações e o autor destaca:

Eu tenho interesse neste problema atualmente, pois está sendo desenvolvido na 'British Library Research and Innovation' projeto de pesquisa que explora a ideia da incerteza na busca de informações<sup>28</sup> (WILSON, 1996, p. 1) Tradução livre.

O autor destaca que a lógica subjacente no uso deste termo é a da mecânica quântica. No próximo capítulo desta tese o termo incerteza é melhor apresentado, mas fica a identificação da relevância do assunto no contexto da Ciência da Informação.

Para uma referência de como a discussão sobre o uso de concepções da informação na base da Física cresceu na última década, a *Scientific American* trouxe como capa em sua edição brasileira de dezembro de 2004 um artigo de Seth Lloyd, destacado cientista no campo da informação e computação quântica, sobre a computação efetuada por um buraco negro, no qual se pode ler:

Ainda que partículas de matéria não consigam sair de um buraco negro, a informação consegue, por meio do entrelaçamento (LOYD e JACK NG, 2004, p. 55).

No editorial do volume 61 (5) do *Journal of Documentation*, Bawden (2005) discorre a respeito da palestra de encerramento do evento LIDA (Libraries in Digital Age) de 2005, destacando no título de seu artigo o termo multiverso, umas das interpretações da realidade feitas pela Teoria Quântica. Neste texto Bawden cita algumas das principais referências desta tese:

Parece particularmente oportuno buscar algum meio de reconciliar os vários significados da palavra "informação" (ver, por exemplo, Bawden , 2001). [...] O

---

*human* (Gell-Mann, 1994, chapter 11). At all events, this interpretation puts information and knowledge squarely at the centre of this fundamental physical theory.

<sup>28</sup> I have an interest in this problem at present, being engaged in a British Library Research and Innovation research project which is exploring the idea of uncertainty in information seeking.

que está claro é que a ideia de informação como um componente essencial - alguns entusiastas diriam que o constituinte essencial - do universo físico está ganhando terreno (ver, por exemplo, Leff e Rex 1990 e, para recente relato mais popular, von Baeyer 2004). Essas alegações não são modestas; o 'slogan' de um artigo científico de um dos principais defensores de tais pontos de vista era "A estrutura do multiverso é determinada pelo fluxo de informações" (Deutsch, 2002). Em caminho semelhante, o físico John Wheeler afirma que a informação, de certa forma, cria o universo - 'it from bit' - no qual os observadores que processam informações de forma consciente desempenham um papel fundamental - um "universo participativo" (ver, por exemplo, vários artigos em Barrow, Davies e Harper, 2004)<sup>29</sup> (BAWDEN, 2005, p. 1) Tradução livre.

Este último físico citado, John Wheeler, é novamente destacado por Bawden (2008), quando de seu falecimento em Princeton, em um editorial *in memoriam*, também do *Journal of Documentation* em seu volume 64 (5)

[...] o valor de considerar uma visão unificada da informação em diferentes áreas, não é de aceito universalmente; ver, por exemplo, Hjørland (2007) para um contra-argumento. Mas aqueles que veem um valor em considerar essa abordagem (Bawden, 2007; Bates, 2005; Stonier, 1990) possuem uma grande dívida intelectual com John Wheeler, em uma extensão que só se tornará clara nas décadas vindouras<sup>30</sup> (BAWDEN, 2008, p. 1) Tradução livre.

A atualidade da discussão sobre a natureza da informação no campo da Física pode ser encontrada também em Ma (2013), em artigo sobre a pergunta se a informação ainda é relevante para a Ciência da Informação, no qual é citado, por exemplo, que em fevereiro de 2012 a revista *Scientific American* publicou um artigo de Moyer no qual o conceito de informação é discutido em relação ao princípio holográfico e aos buracos negros.

A discussão sobre um conceito unificado de informação, cujo substrato tenha ligação com a Física e a Biologia continua atualmente, conforme pode ser verificado em um recente editorial *Journal of Documentation* escrito por Robinson (2014), constante coautor de Bawden.

---

<sup>29</sup> *It seems particularly timely to seek some means of reconciling the varied meanings of the word 'information' (see, for example, Bawden 2001). [...] What is clear is that the idea of information as a fundamental constituent - some enthusiasts would say the fundamental constituent - of the physical universe is gaining ground (see, for example, Leff and Rex 1990, and for a recent more popular account, von Baeyer 2004). Nor are such claims put modestly; the 'tag line' of a scientific paper by one of the leading proponents of such views was 'The structure of the multiverse is determined by information flow' (Deutsch 2002). In similar expansive vein, the physicist John Wheeler has argued that information, in a sense, creates the universe - 'it from bit' - and in which conscious information-processing observers play a key role - a 'participatory universe' (see, for example, various articles in Barrow, Davies and Harper 2004).*

<sup>30</sup> *The validity of this linkage, and the value of considering a unified view of information in different realms of scholarship, is by no means universally agreed; see, for example, Hjørland (2007) for a counterargument. But those who see a value in considering such an approach (Bawden, 2007; Bates, 2005; Stonier, 1990) owe a great intellectual debt to John Wheeler, the extent of which only become clear in decades to come.*

O editorial apresenta um novo livro que critica a concepção de uma ‘Física de conto de fadas’ a qual atrapalha a construção de uma verdade científica, o livro coloca no plano da metafísica a tentativa de identificação da informação com uma coisa real.

O editorial é categórico em refutar a crítica, especialmente porque a própria linha dos autores vai no sentido de colherem visões da informação advindas de outras áreas, citando autores utilizados nesta tese como exemplos de uma linha de conversa com as ciências da informação, como Seth Lloyd e Anton Zeilinger na Física e Marcia Bates na Ciência da Informação, além dos próprios Robinson e Bawden nesse mesmo campo.

A nossa abordagem (Bawden e Robinson, 2013; Robinson e Bawden, 2013) tem sido a de argumentar que vale a pena estudar as relações entre os conceitos de informação em vários domínios, uma vez que - mesmo se nenhuma concepção unificada válida de informação for encontrada - uma visão muito útil será provavelmente obtida. Acho atraente a imagem de Luciano Floridi da natureza da informação como um arquipélago, onde cada ilha equivale a informação em um único domínio, pensamos que vale a pena estudar as pontes, túneis e serviços de balsa no arquipélago da informação. Também concordo plenamente com Jonathan Furner (2013), que os conceitos de informação derivada de LIS pode ter grande valor para outras disciplinas<sup>31</sup> (ROBINSON, 2014, p. 1) Tradução livre.

E conclui:

Talvez uma concepção unificada da informação, se convincentemente encontrada, vai apoiar tanto do filosófico como o físico; para as disciplinas LIS, múltiplas perspectivas são certamente necessárias<sup>32</sup> (ROBINSON, 2014, p. 2) Tradução livre.

O terceiro grupo de artigos identificados no levantamento da literatura internacional situa-se no campo epistemológico e é formado por artigos que identificam a influência e discutem a pertinência do uso de concepções sobre informação advindas da Teoria Quântica no campo da Ciência da Informação. O tema está ligado ao segundo grupo que trata das opiniões em editoriais, notadamente pela ligação dos autores com o assunto de um conceito unificado de informação entre ciências.

---

<sup>31</sup> *Our approach (Bawden and Robinson, 2013; Robinson and Bawden, 2013) has been to argue that it is worthwhile studying the relations between concepts of information in various domains, since – even if no valid unified conception of information is found – much useful insight is likely to be obtained. Taking Luciano Floridi’s appealing picture of the nature of information as an archipelago, where each island amounts to information in one domain, we think it worthwhile to study the bridges, tunnels and ferry services in the information archipelago. We also strongly agree with Jonathan Furner (2013) that the concepts of information derived in LIS may have great value for other disciplines.*

<sup>32</sup> *Perhaps a unified conception of information, if a convincing one is to be found, will draw as much from the philosophical as the physical; for the LIS disciplines, multiple perspectives are surely needed.*

Recentemente a autora Ma (2013) apresenta um artigo cujo título provocativo dá a tônica da discussão sobre o conceito de informação na Ciência da Informação e a atual influência crescente de uma abordagem baseada em concepções da informação presentes na Física. 'Informação ainda é relevante?' discute:

O termo "informação" em ciência da informação não compartilha as características de uma nomenclatura: não tem uma definição geralmente aceita e não serve como a base e o pressuposto para estudos de investigação. Como o dilúvio de dados chegou, o conceito de informação ainda é relevante para a ciência da informação?<sup>33</sup> (MA, 2013, p. Abstract) Tradução livre.

A autora explora três construções conceituais de informação no discurso da Ciência da Informação, informação como dados, como dados processados e como reivindicações justificadas, para concluir que as duas primeiras concepções não mantêm o campo, e que a terceira seria relevante para os estudos da área, afirmando que:

A informação é relevante se for entendida como reivindicações justificáveis que moldam e são moldadas pelas normas, regras e melhores práticas de preservação de dados, curadoria de dados e outras atividades no fluxo de dados<sup>34</sup> (MA, 2013, p. Abstract) Tradução livre.

Interessante constatar que a mesma autora apresenta um artigo anterior, Ma (2012), no qual descreve bases filosóficas para o uso de Métodos Mistos de Pesquisa no campo da Ciência da Informação, argumentando que:

A caracterização de "informação" como objetiva, subjetiva e normativa-avaliativa exige, simultaneamente, o estudo das condições de fenômenos relacionados à informação que podem exigir métodos mistos de pesquisa em biblioteconomia e ciência da informação<sup>35</sup> (MA, 2012, p. Abstract) Tradução livre.

O argumento vai sendo construído com base na constatação de diversas acepções da informação, inclusive da Física:

Por exemplo, a compreensão da "informação" como uma característica do universo ganhou relevância na física teórica (Greene, 2011; Moyer, 2012; von Baeyer, 2003). Se considerarmos a "informação" como fenômeno social, no entanto, os métodos que são mais adequados para explicitar as normas e práticas devem ser utilizados. Na verdade, muitos têm discutido a natureza discursiva da informação em biblioteconomia e ciência da informação (ver, por exemplo, Hjørland, 2007; Ma, 2010), e propuseram abordagens alternativas para

---

<sup>33</sup> *The term 'information' in information science does not share the characteristics of those of a nomenclature: it does not bear a generally accepted definition and it does not serve as the bases and assumptions for research studies. As the data deluge has arrived, is the concept of information still relevant for information science?*

<sup>34</sup> *Information is relevant if it is understood as justifiable claims that shape and are shaped by the standards, rules, and best practices of data preservation, data curation, and other activities in the flood of data.*

<sup>35</sup> *The characterization of "information" as objective, subjective, and normative-evaluative simultaneously demands the study of conditions of information-related phenomena that may call for mixed methods research in library and information science.*

o estudo da informação (ver, por exemplo, Budd, 2006; Frohmann, 1994). Por último, se levarmos em conta a "informação" como puramente subjetiva, então podemos considerar empregar métodos para explicar a informação de acordo com a psicologia pessoal <sup>36</sup> (MA, 2012, p. 1865) Tradução livre.

A conclusão é suficiente para afirmar que diversos caminhos podem ser seguidos para o estudo na Ciência da Informação, e por isso a importância de Métodos Mistos de Pesquisa.

"Informação" não é objetiva, subjetiva, ou normativa "em si", porque o termo desempenha papéis diferentes em relação a diferentes referenciais ontológicos e por isso tem diferentes tipos de pretensões de validade que são apropriados para diferentes tipos de pesquisa. Rosenbaum (1993) conceitua "ambiente de uso da informação", com base na relação entre "estrutura e ação" (ver também Rosenbaum & Shachaf, 2010) <sup>37</sup> (MA, 2012, p. 1865) Tradução livre.

Artigo de Budd (2013) sobre uma abordagem quântica da informação cita Buckland, e sua informação como coisa, para expandir o entendimento desta para uma informação que possui uma necessária característica material.

Buckland (1991, p. 359) argumenta, ainda, que "informação como coisa" merece um exame cuidadoso, porque é a única forma de informação com que os sistemas de informação podem lidar diretamente". Se tivéssemos que substituir "informação como coisa" pelo entendimento de que a informação tem um caráter material necessário, podemos chegar mais perto de pergunta alcançável<sup>38</sup> (BUDD, 2013, p. 574) Tradução livre.

Dois artigos publicados em anais da *International Conference on Conceptions in Library and Information Science* de 2007 e 2013, servem para uma visão geral do assunto em consonância com os objetivos desta tese. Os dois textos possuem em comum o mesmo autor Bawden, que também é editor chefe do *Journal of Documentation*.

Em Bawden (2007) o autor destaca o entendimento que não só as ciências mais 'fundamentais' possam contribuir com a CI, mas o contrário também é válido.

---

<sup>36</sup> For example, understanding "information" as a characteristic of the universe has become noted in theoretical physics (Greene, 2011; Moyer, 2012; von Baeyer, 2003). If we consider "information" as social phenomena, however, methods that are best for explicating and explaining norms and practices should be in place. In fact, many have discussed the discursive nature of information in library and information science (see, e.g., Hjørland, 2007; Ma, 2010) and have suggested alternative approaches for the study of information (see, e.g., Budd, 2006; Frohmann, 1994). Last, if we consider "information" as purely subjective, then we may consider employing methods for explaining information according to personal psychology.

<sup>37</sup> "Information" is not objective, subjective, or normative "in itself" because the term plays different roles in relation to different ontological referents and so has different types of validity claims that are appropriate for different types of research. Rosenbaum (1993) conceptualizes "information use environment" based on the relationship between "structure and action" (see also Rosenbaum & Shachaf, 2010).

<sup>38</sup> Buckland (1991, p. 359) further argues that "information as thing" deserves careful examination, because it is the only form of information with which information systems can deal directly". If we were to replace "information as thing" with an understanding that information has a necessary material character, we can get closer to achievable inquiry.

Essa perspectiva permite a possibilidade de que não só as ciências bibliotecárias/de informação pode ser capaz de obter insights das ciências naturais, mas pesquisas e estudos em biblioteconomia e em ciência da informação podem fornecer insights para essas disciplinas, normalmente consideradas como mais "fundamental"<sup>39</sup> (BAWDEN, 2007, p. Abstract) Tradução livre.

Em artigo mais aprofundado, no mesmo ano e com o mesmo tema do *short paper* referido, Bawden (2007)b cita Márcia Bates para listar uma taxonomia da informação:

Bates (2005), buscando como Stonier conciliar as formas físicas, biológicas e humanas de informação, adota a definição geral de que "a informação é o padrão de organização de tudo". Todas as informações são "informação natural", existente no universo físico de matéria e energia. "Informação Representada" é "codificada" (com padrões simbólicos, linguísticas ou à base de sinais) ou "corporificada" (informação codificada expressa na forma física), e só pode ser encontrada em associação com criaturas vivas. Além disso, Bates define mais três formas de informação:

- (1) Informação 1: o padrão de organização da matéria e da energia;
- (2) Informação 2: algum padrão de organização da matéria e da energia à qual foi conferido significado por um ser vivo (ou suas partes constituintes) e
- (3) Conhecimento: informação à qual foi conferido significado e integrada com outros conteúdos de entendimento<sup>40</sup> (BAWDEN, 2007, p. 310 e 311) Tradução livre.

Em novo artigo, agora com outro autor, Bawden e Robinson (2013) se perguntam de que forma a informação é física e por que isso importa para a Ciência da Informação, ressaltando um ponto de início na moderna concepção da informação na computação:

O ponto principal foi colocado de forma consistente e sem rodeios: "Informação não é uma entidade abstrata, mas só existe através de uma representação física, amarrando-a, assim, a todas as restrições e possibilidades de nosso universo físico real. Informação é inevitavelmente inscrita em um meio físico" (Landauer 1999, 63 e 64)<sup>41</sup> (BAWDEN e ROBINSON, 2013, p. 2) Tradução livre.

---

<sup>39</sup> *This perspective allows for the possibility that not only may the library/information sciences be able to draw insights from the natural sciences, but that library and information science research and scholarship may in turn contribute insights to these disciplines, normally thought of as more 'fundamental'.*

<sup>40</sup> *Bates (2005), seeking like Stonier to reconcile the physical, biological and human forms of information, takes the general definition that: "information is the pattern of organisation of everything". All information is "natural information", existing in the physical universe of matter and energy. "Represented information" is either "encoded" (having symbolic, linguistic or signal-based patterns of organisation) or "embodied" (encoded information expressed in physical form), and can only be found in association with living creatures. Beyond this, Bates defines three further forms of information:*

- (1) Information 1: the pattern of organisation of matter and energy;*
- (2) Information 2: some pattern of organisation of matter and energy given meaning by a living being (or its constituent parts); and*
- (3) Knowledge: information given meaning and integrated with other contents of understanding.*

<sup>41</sup> *The main point was put consistently and straightforwardly: "Information is not an abstract entity but exists only through a physical representation, thus tying it to all the restrictions and*

Os autores trazem um rápido levantamento da importância da informação como tema recorrente na construção e aplicação da Teoria Quântica.

Ficou claro, desde os seus primeiros anos, que os conceitos de informação estão no cerne da teoria da informação. (...) Dois exemplos são o princípio da incerteza, que rege o nosso conhecimento possível de estados quânticos, e entrelaçamento quântico, descrevendo a medida em que objetos quânticos podem trocar informações. (...) Há muitos outros exemplos, de modo que Vedral é citado por Brooks (2012, 43), dizendo que "A física quântica é quase sempre formulada em termos de processamento de informação ..... É sugestivo que você vai encontrar o processamento de informações na raiz de tudo". Chiribella, D'Ariano e Perinotti (2012) observam várias explorações da ideia de que a informação é o cerne da Teoria Quântica, ver também Brassard (2005) e Vedral (2010), em particular para o desenvolvimento da computação quântica e ciência da informação quântica, que estendem a ideia de uma maneira prática<sup>42</sup> (BAWDEN e ROBINSON, 2013, p. 4) Tradução livre.

A conclusão, com a qual concorda o autor da tese, é a de que:

Com base nesta análise, podemos refletir sobre a relevância de tais questões para a ciência da informação, com especial referência para as propriedades emergentes de informação. Além da conscientização pública acrescentada pela 'i-palavra' em um contexto muito diferente do da norma, pode ser que existam leis e princípios gerais, ou pelo menos metáforas e analogias úteis, ligando o conceito de informação nos domínios físico, biológico e social<sup>43</sup> (BAWDEN e ROBINSON, 2013, p. 4) Tradução livre.

Estudar a concepção da categoria informação em outras ciências será, no mínimo, útil para a construção de conhecimentos atualizados e mais aprofundados no campo da Ciência da Informação, mesmo que sirvam para refutar o entendimento de outras ciências ou para delimitar o espectro de atuação de cada uma.

A separação do contexto dos artigos coletados na literatura internacional gerou um quarto grupo, que serviu para citações explicativas sobre categorias advindas da Teoria Quântica.

---

*possibilities of our real physical universe. Information is inevitably inscribed in a physical medium" (Landauer 1999, 63 and 64).*

<sup>42</sup> *It has been clear, from its earliest years, that information concepts lie at the heart of information theory.(...) Two examples are the uncertainty principle, which governs our possible knowledge of quantum states, and quantum entanglement, describing the extent to which quantum objects may exchange information. (...)There are numerous other examples, such that Vedral is quoted by Brooks (2012, 43) as saying that "Quantum physics is almost always phrased in terms of information processing ..... It's suggestive that you will find information processing at the root of everything." Chiribella, D'Ariano and Perinotti (2012) note several explorations of the idea that information is at the core of quantum theory; see also Brassard (2005) and Vedral (2010), particularly for the development of quantum computing and quantum information science, which extend the idea in a practical way.*

<sup>43</sup> *Based on this analysis, we muse on the relevance of such issues to information science, with particular reference to emergent properties of information. Apart from the added public awareness of the i-word in a very different context from the norm, it may be that there are general laws and principles, or at least useful metaphors and analogies, linking the concept of information in the physical, biological and social domains.*

Este grupo abarca inicialmente um aprofundamento do artigo relatado na revisão da literatura brasileira de Cavalcante e Lima-Marques (2008) sobre redes e complexidade, reforçando que o tema é correlato ao entendimento e aplicação da Teoria Quântica.

Artigo de Zimmermann (2012) trata sobre a estrutura subjacente à percepção da realidade argumentando que diferentemente da concepção aristotélica aprofundada por Spinoza de que os elementos básicos da realidade sejam mente e matéria, eles seriam a energia/massa e a informação/estrutura.

A diferença crucial pode ser o fato de que as entidades entendidas por nós como atributos são energia e massa e informação-estrutura, respectivamente, ao invés de matéria e mente<sup>44</sup> (ZIMMERMANN, 2012, p. 236) Tradução livre.

Zimmermann (2012) descreve a realidade como um aprofundamento das relações de componentes básicos, sendo que cada estrutura mais complexa emerge de outra menos relacionada.

O que temos, então, é essencialmente uma hierarquia de estruturas em vários grandes passos que se origina a partir de grandes transições de estado de redes, quando a quantidade de conexões transforma-se espontaneamente em novas qualidades: temos, assim, o nível físico, o nível químico, o nível biológico, e assim por diante. Todos estes níveis são sub-estruturados de algum modo: a vida, por exemplo, pode ser visualizada em nível molecular, celular, orgânico, e da população, respectivamente. Mas o ponto importante é que tudo o que existe é composto por "a mesma coisa" (essencialmente a matéria, que é o que pode ser visualizado como o tipo de energia que adquiriu massa). Na verdade, a situação específica de energia física é sempre acompanhada por uma situação igualmente específica de informação. A informação que se manifesta em formas materiais é chamada estrutura então. Assim, os respectivos níveis da hierarquia mencionado são determinados por um quantitativo<sup>45</sup> (ZIMMERMANN, 2012, p. 231) Tradução livre.

O autor destaca também a impossibilidade do ser humano em compreender o funcionamento da estrutura quântica da realidade, devido a limitações de sua capacidade cognitiva biológica.

Em outras palavras, o físico mostra-se como um observador "miópe", pouco sensível para a estrutura quântica detalhada do mundo, mas apenas para sua

---

<sup>44</sup> *The crucial difference might be the fact that the entities qualifying for us as attributes are energy-mass and information-structure, respectively, rather than matter and mind.*

<sup>45</sup> *What we have then, is essentially a hierarchy of structures in several big steps that originates from large state transitions of networks, when the quantity of connections spontaneously turns into new qualities : We have thus the physical level, the chemical level, the biological level, and so forth. All these levels are sub-structured somehow: Life for instance, can be visualized with a view to the molecular level, the cellular level, the organic level, and the population level, respectively. But the important point is here that all what there is consists of "the same stuff" (essentially matter, that is what can be visualized as that sort of energy that has acquired mass). In fact, the specific situation of physical energy is always accompanied by an equally specific situation of information. Information that is actualized in material forms is called structure then. Hence, the respective levels of the mentioned hierarchy are determined by a quantitative.*

fenomenologia média clássica. O universo físico pode, portanto, ser visualizado como um computador quântico que emerge na cooperação de loops em grupos de seis e que calcula (ou seja, organiza e interpreta) números de rotação o tempo todo que é o tipo mais fundamental de informação sobre o mundo físico. Mas os seres humanos que fazem parte do mesmo universo (e são para o universo, portanto, o que é uma sub-rotina para um programa principal), não podem, na verdade, cognitivamente perceberem o universo como ele é, mas apenas observá-lo de acordo com seu modo de ser que é determinado pela capacidade cognitiva que é desenvolvida dentro de sua própria biologia - em si o resultado da física subjacente, afinal<sup>46</sup> (ZIMMERMANN, 2012, p. 233) Tradução livre.

Anote-se que a figura do computador quântico como um processador mais avançado de informações aparece quando do assunto informação ligado à questão quântica, conforme Loyd e Jack NG (2004) e Siegrified (2000), mas não figura como tema desta tese, visto a delimitação ser a de uma reflexão sobre características da informação e não sobre capacidade de processamento computacional.

Uma referência importante é feita aqui ao citado livro de Siegrified (2000), sobre uma nova Física da informação e seus reflexos na moderna computação. Nele o autor especializado em divulgação científica cita a questão da complexidade para diferenciar a informação do campo quântico da informação da Teoria da Informação de Shannon, especificamente no tocante ao significado da mensagem.

Existe complexidade em uma pessoa e em uma pintura, e existe também informação.

Esses pensamentos revivem a ideia perturbadora de que a informação medida em bits e edescrita pela teoria da informação de Shannon não é a mesma coisa que as pessoas têm em mente quando se referem à informação. [...]

Em outras palavras, a informação de Shannon tem a ver com a probabilidade de receber uma mensagem em particular, o que depende do número de possíveis mensagens, mas nada tem a ver com o possível significado dessa mensagem para um sistema adaptativo complexo (SIEGRIFIED, 2000, p. 164).

Ainda na linha de Zimmermman sobre a reflexão da realidade ser passível de ser descrita em razão da interligação de conceitos em redes semânticas, um artigo de Dendrinos (2006) reforça em diversos trechos o processo de representação como construído a partir de interligações.

Representações conceituais são extraídos na mente humana a partir dos dados de percepção através das operações de discriminação e identificação. Nós grupo

---

<sup>46</sup> *In other words, the physicist shows up as a somewhat “short-sighted” observer not sensitive for the detailed quantum structure of the world, but only for its classical average phenomenology. The physical universe can thus be visualized as a quantum computer that emerges in the cooperation of loops in groups of six and that computes (i.e. organizes and interprets) spin numbers all the time which is the most fundamental type of information about the physical world. But human beings who are part of the same universe (and are to the universe therefore what a sub-routine is to a master programme) cannot actually cognitively perceive the universe as it is, but only observe it according to their mode of being which is determined by the cognitive capacity that is developed within their own biology – itself the outcome of the underlying physics after all.*

um conjunto de observações semelhantes, do total de observações disponíveis, com base num número de certas características comuns em todos os elementos do conjunto<sup>47</sup> (DENDRINOS, 2006, p. 4) Tradução livre.

Cada objeto do universo pode ser ligado a um conceito relativo da taxonomia, sob uma instância de relação; todos os indivíduos estão ligados ao conceito de ser humano, todos os cães para o conceito de cão, etc<sup>48</sup> (DENDRINOS, 2006, p. 10) Tradução livre.

Quanto maiores as conexões entre páginas web (objetos materiais) e palavras-chave (conceitos imateriais), mais páginas serão recuperadas. Quanto mais variadas as hierarquias semânticas das categorias, mais precisa a recuperação de páginas será<sup>49</sup> (DENDRINOS, 2006, p. 11) Tradução livre.

Verifica-se que a questão da complexidade e dos sistemas possui estreita ligação com uma abordagem quântica da informação, visto a importância das peças fundamentais e de suas infinitas relações contextuais na construção da realidade, especialmente a científica.

Para um resumo geral da bibliografia pesquisada em Ciência da Informação apresenta-se o quadro a seguir.

**QUADRO 2-13 RESUMO SOBRE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E TEORIA QUÂNTICA**

<b>Bibliografia</b>	<b>Grupo</b>	<b>Relação com os assuntos da tese</b>	<b>Termos chave</b>
<b>Nacional</b>	<b>1</b>	<b>Questões interdisciplinares</b>	Subtópico 2.1 Interdisciplinaridade Paradigma
	<b>2</b>	<b>Relação direta</b>	Crítica à Copenhagen Redes Conceitos Filosofia da informação
<b>Estrangeira</b>	<b>1</b>	<b>Com relação indireta</b>	Conceito Formalismo “Moda quântica”
	<b>2</b>	<b>Editoriais</b>	Incerteza Conceito John Wheeler
	<b>3</b>	<b>Pertinência do uso</b>	Influência Relevância Informação como coisa Conceito
	<b>4</b>	<b>Relação direta</b>	Redes Realidade Representação Relações

Fonte: Autor, 2014

<sup>47</sup> *Conceptual representations are extracted in human mind from the perceptual data through the operations of discrimination and identification. We group a set of similar observations, out of the total available observations, based on a number of certain characteristics common in all the elements of the set.*

<sup>48</sup> *Each object of the universe can be connected to a relative concept of the taxonomy, under an instance of relationship; all the individuals are connected to the concept of human being, all the dogs to the concept of dog etc.*

<sup>49</sup> *The more the connections between web pages (material objects) and keywords (non-material concepts), the more the recall of the retrieved pages. The richer the semantic hierarchies of categories, the more the precision of the retrieved pages.*

## **2.6 A arquitetura da informação**

Para uma distinção útil nesta tese, entende-se, com base em Siqueira (2012), que a disciplina Arquitetura da Informação (em maiúsculo) tem por objeto arquiteturas da informação (em minúsculo), vide:

A Arquitetura da Informação (como disciplina) tem por objeto de observação os Espaços de informação, vistos por ela como arquiteturas da informação (SIQUEIRA, 2012, p. 205).

Ou seja, o estudo desta tese tem como escopo a descrição de uma arquitetura da informação, definida como:

[...] a configuração dos estados dos Entes e de suas Relações, caracterizada pela espaço-temporalidade das informações distinguidas (SIQUEIRA, 2012, p. 209).

Utilizando-se do livro *Ecologia da Informação*, de Davenport (1998) tem-se que a arquitetura da informação:

[...] simplesmente se constitui de uma série de ferramentas que adaptam os recursos às necessidades da informação. Um projeto bem-implementado estrutura os dados em formatos, categorias e relações específicas (DAVENPORT, 1998, p. 200).

Destaca-se da visão de Davenport (1998) que a própria descrição da estrutura, categorias e relações específicas representa uma arquitetura da informação. Para este trabalho de doutoramento esta é a questão central quando da abordagem da Arquitetura da Informação, saber como o objeto informacional pesquisado se estrutura do ponto de vista de seus dados, como estes estão categorizados em tipos, fontes e usos, e quais as relações que determinam o fluxo das informações da produção até sua utilização.

Como explica de forma metafórica uma das publicações do Grupo de Pesquisa em Arquitetura da Informação, Linguística Computacional e Multimodalidade, Mídias e Interatividade (R.E.G.I.I.M.E.N.T.O.): “as estruturas de informação influenciam interações no mundo da mesma forma que as estruturas dos edifícios estimulam ou limitam as interações sociais” (STEINMETZ, STEINMETZ, *et al.*, 2013, p. 531).

A descrição do objeto informacional sob a ótica de uma arquitetura da informação permite, nesta tese, sua utilização para que ela seja interpretada em relação ao referencial teórico de características quânticas da informação. Visualiza-

se a arquitetura do objeto para indicar os pontos nos quais as características quânticas da informação são aferíveis.

Em outras palavras, novamente segundo membros do R.E.G.I.I.M.E.N.T.O.:

(...) podemos perceber que é pertinente inferir que a arquitetura da informação busca prever todas as possíveis interpretações para um mesmo dado, provendo acesso a este dado por caminhos distintos, culminando em diversas abordagens levadas a cabo por usuários imprevisíveis (STEINMETZ, STEINMETZ, *et al.*, 2013, p. 532).

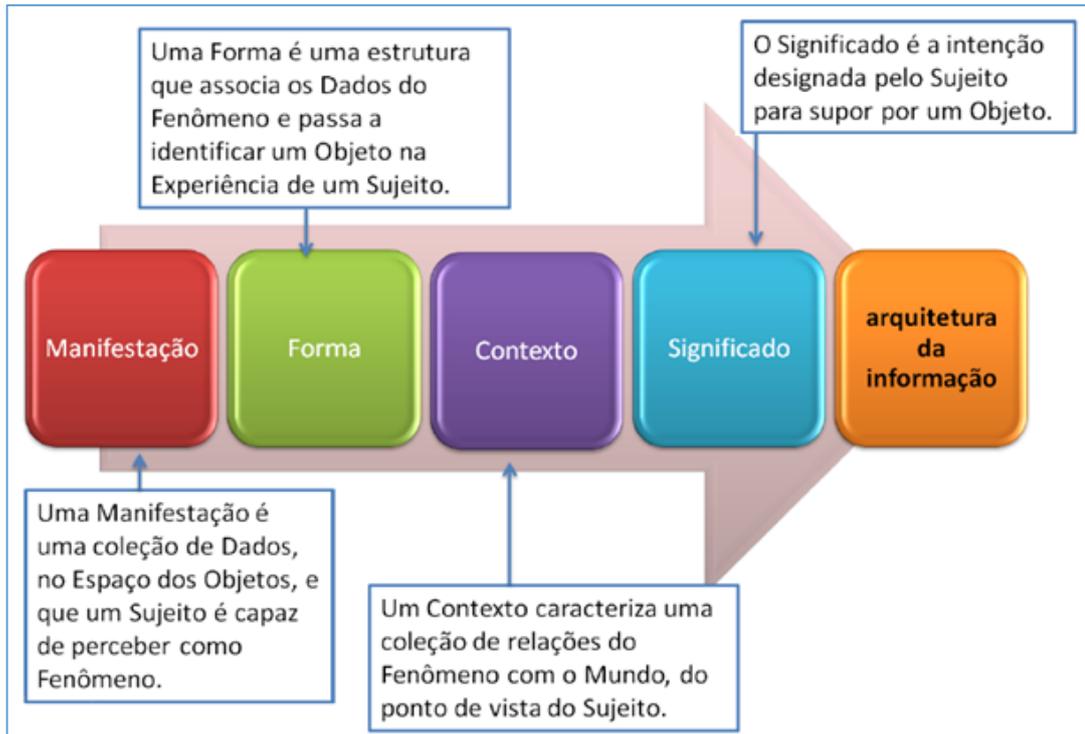
Como ressalva, segundo Duque, o processo de produção da informação somente se completa com vistas a um usuário, sendo:

Os invólucros e os conteúdos, o fundo e a forma mudam, mas a estrutura do processo de informação/ comunicação permanece; há uma fonte produtora de informação e um destino para consumo. E a informação só se completa se for consumida (BRANDÃO e DUQUE, 2011, p. 29).

A compreensão da arquitetura do objeto sob um referencial teórico original deve ajudar no aprimoramento do acesso a este tipo de prova judicial, as interceptações telefônicas, melhorando a eficiência de sua utilização pelos usuários, vide:

Qualquer fornecedor de informação pode agregar valor à informação ao torná-la mais acessível. A arquitetura informacional, ao conduzir o usuário ao local onde os dados se encontram, melhora muito a possibilidade destes serem utilizados de maneira eficiente, e a informação já obtida pode ser facilmente reutilizada. Quando os usuários sabem que tipo de informes estão disponíveis, dificilmente comprarão ou criarão a mesma informação – o que, evidentemente, também ajuda a baixar os custos de aquisição e armazenamento (DAVENPORT, 1998, p. 201).

Para efeitos de identificação e delimitação a pesquisa desta tese utilizará especialmente o componente definido como '**Forma**' na Figura 2-8 abaixo como descritor principal do objeto informacional empírico escolhido.



**FIGURA 2-8 CONSTRUÇÃO DE UMA ARQUITETURA DA INFORMAÇÃO INTENCIONAL**

Fonte: Siqueira (2012, p. 218)

Ressalta-se que a arquitetura da informação é a soma de todos os elementos da Figura 2-8, e que, mesmo com o enfoque proposto, acepções ligadas aos momentos '**Manifestação**', '**Contexto**', e, até mesmo '**Significado**' exercem influência na descrição e comportamento do objeto informacional.

### **3 Quadro de características quânticas da informação**

O presente capítulo realiza, em um primeiro momento, a discussão sobre a concepção de informação a que a tese se filia, delimitando um conceito de informação que utiliza como base as características quânticas da informação em conjunto com reflexões fundamentadas na Ciência da Informação e suas construções teóricas epistemológicas e de conceitos.

Em um segundo subtópico, o trabalho positiva um quadro de referência com a descrição dos entendimentos para cada característica quântica da informação levantada no referencial teórico.

#### **3.1 A natureza da informação**

Devido ao problema da medição, pelo indicado na Teoria Quântica existe a impossibilidade prática e fundamentalmente teórica de que seja possível separar objeto e observador. Eis um ponto importante para se entender a informação como uma interface, uma mediadora, entre o fenômeno natural e o observador, pois somente ela, a informação, descreve o fenômeno, não se sabendo se o fenômeno é na realidade o que se observou, apenas pode-se afirmar que as informações sobre o fenômeno são as que foram colhidas.

Para a contextualização deste tópico dentro da Ciência da Informação, traz-se a citação de Mackay, encontrada no artigo sobre o conceito de informação de Rayward (1996)

[...] é por ser a informação inerentemente quântica que a realidade física descobriu que tinha a mesma propriedade (Mackay, 1950)<sup>50</sup> (RAYWARD, 1996)  
Tradução Livre.

Continuando, Mahler, citado por Capurro e Hjørland (2007) define informação como um conceito contextual. Concordância colhida junto a um dos pais da Física Quântica, Niels Bohr, quando ele explica que o contexto de coleta torna relativos os resultados das mensurações. Em seus ensaios sobre física atômica e conhecimento humano indica que a essência de sua argumentação:

[...] é que, para uma descrição objetiva e uma compreensão harmoniosa, é necessário, em quase todos os campos do conhecimento, prestar atenção às circunstâncias em que os dados são obtidos (BOHR, 1995, p. 3)

---

<sup>50</sup> *It was because information was inherently quantal that physical reality was discovered to have the same property (Mackay, 1950).*

A natureza é formada por matéria e energia, fundamento da revolução da relatividade, mas a Física caminha para constatar que a informação é um elemento fundamental na descrição do universo. John Wheeler, é citado por Zeilinger (2005) afirmando que: “Amanhã teremos aprendido como entender a Física inteira na linguagem da informação e como expressá-la nessa linguagem” (ZEILINGER, 2005, p. 248).

Entende que a adesão a uma filosofia de base seja inevitável a este capítulo de reflexões e fechamentos teóricos, pois, independente do formalismo matemático, a interpretação será adepta de alguma linha de pensamento, provavelmente já existente, citando como exemplo o pragmatismo de Bertand Russel que faz coro com a interpretação de Copenhagen:

Podemos conhecer, em suma, as propriedades das relações que são requeridas para manter a correspondência com os dados-sensíveis: não podemos, todavia, conhecer a natureza dos próprios termos entre os quais se verificam relações (RUSSEL, 2001, p. 43).

Para a Teoria Quântica de Bohr e a escola de Copenhagen, a natureza de tais termos não é nem relevante, pois somente o que pode ser medido passa à existência. Uma visão positivista e pragmática que difere das interpretações dadas à Teoria Quântica como fundadora de um novo paradigma nas ciências e na Ciência da Informação, conforme pode ser identificado no tópico 2.1 sobre interdisciplinaridade.

A questão maior de divergência entre a física clássica e a Teoria Quântica está na possibilidade de determinação dos resultados, em outras palavras na capacidade de previsão de acontecimentos (vide Quadro 2-12). Mesmo a interpretação de Copenhagen sendo positivista, vai contra o determinismo por conta da aleatoriedade inerente à natureza. Daí as famosas discussões de Einstein com outro pai da Teoria Quântica, Niels Bohr, e a frase clássica cunhada nesse contexto por Einstein de que “Deus não joga dados”, respondida prontamente por Bohr para que ela parasse de dar conselhos ao Senhor (ZEILINGER, 2005, p. 56).

Para Bohr, as descobertas da nova teoria implicavam na:

[...] impossibilidade de qualquer separação nítida entre o comportamento dos objetos atômicos e a interação com os instrumentos de medida que servem para definir as condições em que os fenômenos aparecem (BOHR, 1995, p. 51).

Em suma, a realidade é o que se pode medir, é a informação que se pode colher de uma relação com um fenômeno, não havendo nada mais cognoscível e, em uma extrapolação positivista, nada mais existindo.

No tocante ao entendimento do que é informação, como foi visto anteriormente ele é vasto na Ciência da Informação, e vários conceitos de informação podem ser encontrados relacionados também às ciências naturais.

Na Ciência da Informação, Borko (1968) apresenta em sua definição para o campo com aspectos que tratam de “propriedades e comportamento da informação”. Tal assertiva possibilita a inferência de que a informação possui características autônomas do aspecto de construção puramente humana. Características que poderiam ser até mesmo naturais, mas que ainda pertenceriam ao objeto de pesquisa da Ciência da Informação. Borko mostra uma lista classificando as diversas frentes de pesquisas e aplicações que podem ser consideradas como Ciência da Informação. Essa lista indica forte influência de aspectos tecnológicos, especialmente computacionais. No decorrer de seu artigo Borko ainda coloca no conceito de Ciência da Informação elementos técnicos, manuais ou mecânicos, para o processamento da informação visando seu armazenamento, recuperação ou disseminação. Mais um aspecto de uma Ciência da Informação eivada de aspectos técnicos aplicados e com influência das ciências exatas. Borko parece possuir uma tendência naturalista presente na concepção das ciências exatas, ou seja, considera que a informação como um fenômeno natural também é objeto da Ciência da Informação.

Em sentido oposto, Wersig e Neveling (1975) parecem discordar da abordagem de uma Ciência da Informação com aspectos de ciência exata ou natural. Eles se dedicam à classificação de diversas visões sobre a Ciência da Informação e abordagens sobre o conceito de informação, conceito presente no texto como sendo de alta importância para o posicionamento quanto ao objeto dessa ciência. A afirmação norteadora do trabalho é a de que a ciência não pode se justificar em si mesma e sim pela necessidade social a que atende. Esse posicionamento fundamenta a ideologia da responsabilidade social pregada pelo texto. O distanciamento de um objeto natural possível para a Ciência da Informação aparece quando, ao descreverem os fenômenos de interesse da Ciência da Informação, das 47 (quarenta e sete) áreas, campos, disciplinas ou ciências citadas,

em nenhum momento elencam a Biologia ou a Física. Essa supressão não se justifica pela inexistência de estudos sobre informação nessas áreas e no contexto histórico do momento de escrita do artigo, pois anos antes já se discutia publicamente o conceito de informação na ciência contemporânea com físicos e biólogos (WIENER, 1970). O conceito de informação e a definição de Ciência da Informação para Wersig e Neveling (1975) são os que possuem apelo para solução de necessidades sociais e parecem ter influenciado fortemente o desenvolvimento das bases de entendimento da Ciência da Informação. A tendência desses autores é a de uma Ciência de Informação focada em um fenômeno informacional estritamente humano e necessariamente social.

Conforme argumenta Rayward (1996), a concepção de Machlup e Mansfield apresenta uma perspectiva dual ligando a informação, objeto da Ciência da Informação, a questões de significado e cognição em sentido estrito e, em outro sentido metafórico, ligando a informação à vida humana e aos sistemas vivos.

Em Ingwersen (2002) a questão humano-centrada aparece como escopo da Ciência da Informação. Para esse autor, o problema de pesquisa da Ciência da Informação é melhorar a efetividade da comunicação de uma informação desejada entre o humano gerador e o humano usuário, concepção colhida de Belkin (1978).

Em contraponto, Capurro e Hjørland (2007)<sup>51</sup> discorrendo sobre o conceito de informação, baseados em vasta revisão de literatura, indicam logo na parte introdutória de seu artigo, que a discussão epistemológica desse conceito põe em jogo processos de informação não-humanos, “particularmente na Física e Biologia”, assim como desafia a Psicologia e a Sociologia a usarem parâmetros objetivos ou situacionais.

Saldanha (2008) escreve, em seu artigo sobre Thomas Kuhn, que Capurro classifica a história epistemológica da Ciência da Informação em três paradigmas: o físico, o cognitivo e o social. Descrição que também pode ser verificada no artigo de Matheus (2005) sobre Capurro. Essa afirmação faz alusão aos chamados “mundos” de Popper: o dos estados físicos, o dos estados psíquicos e o do conteúdo intelectual.

---

<sup>51</sup> Os conceitos listados no artigo de Capurro e Hjørland (2007) não foram processados no tópico anterior com a listagem de conceitos por aparecerem em sua maioria em outros artigos utilizados.

Em um artigo sobre cognição, comunicação e mediação nas organizações do conhecimento, Morillo (2006) aponta para esta classificação de Popper como base para entender o *locus* do conhecimento e da cognição.

A questão do paradigma cognitivo é baseada em uma abordagem biológica da informação.

Na biologia a informação está na base da genética e é utilizada para explicar desde a produção dos genes, até a transmissão de características entre seres da mesma espécie. Aparece ainda em abordagens da teoria da evolução como elemento fundamental para a caracterização da vida e da complexidade dos organismos vivos (MAYNARD SMITH e SZATHMÁRY, 1999).

Os filósofos e biólogos chilenos Maturana e Varela (1995) em seu livro *A Árvore do Conhecimento*, explicam a construção dos seres vivos em relação a sua capacidade de autonomia pela busca da sobrevivência e perpetuação reprodutiva, mecanismo denominado autopoiese. Esse mesmo conceito foi absorvido intedisciplinarmente por Niklas Luhman que definiu informação, segundo Capurro e Hjørland (2007), como um evento que faz a conexão entre diferenças.

Ainda, segundo Capurro e Hjørland (2007) a abordagem cognitivista também é comum entre os cibernéticos, a exemplo da frase de Wiener (1970) “informação é informação, não matéria, nem energia”, cunhada em um contexto de entendimentos com biólogos que acrescentavam a categoria informação como um complemento nos seres vivos da dualidade matéria-energia da Física moderna.

Para a Biologia, seres humanos são seres vivos, e quanto ao relacionamento com a informação, os seres humanos a utilizam como interface com a matéria-energia, assim como todo outro ser vivo. Como exemplo, um experimento<sup>52</sup> que “configurou” uma bactéria para que ela agisse como se fosse de outra espécie, apenas alterando seu código genético. O ser vivo é mediado pela informação até para adquirir suas características físicas.

Outra abordagem existente na Biologia é a que considera a capacidade de processamento da informação como: a) um dos diferenciais entre o que está vivo ou não; e b) um fator fundamental na evolução - quanto maior a capacidade de

---

<sup>52</sup> Trata-se da bactéria com genoma sintético do Instituto Craig Venter (GIBSON ET AL., 2010).

processar informação, mais evoluído o ser, até chegar aos seres que usam ferramentas (coisas externas ao corpo) para o processamento da informação, conforme Maynard Smith e Szathmáry (1999).

A abordagem baseada na biologia encontra terreno para desenvolvimentos na Ciência da Informação, a exemplo de um artigo publicado em 2005 na revista *Information Research* por Bates (2005) no qual é proposto um quadro conceitual de referência para a Ciência da Informação baseado em concepções da informação advindas da teoria da evolução.

Ressalta-se que nesta tese as referências sobre informação colhidas na Biologia aparecem somente como apoio ao entendimento dos seres vivos como processadores de informação, sendo que o conceito de informação parece ter ligação com os seres vivos, especialmente os seres humanos.

Na Filosofia da Informação de Floridi (2002), a categoria informação aparece conceituada como uma interface, um elemento que somente se manifesta quando dois lados se encontram e por essa categoria são mediados. Para o filósofo, a informação estaria no encontro do ser humano com o registro em um suporte. Essa compreensão da informação parece ser a que mais se aproxima do entendimento encontrado nas abordagens atuais das duas ciências naturais aqui citadas, a Física (ZEILINGER, 2005) e Biologia (MAYNARD SMITH e SZATHMÁRY, 1999).

Na Física, a informação se tornou a mediadora da realidade, não havendo diferença entre o que se consegue medir (mensurar, descrever, capturar) para o que existe “realmente”, conforme Wheeler (1990) e Zeilinger (2005). A partir da união do objeto e do observador, despertada pelo paradigma quântico, os instrumentos e as interpretações passaram a ser uma coisa só, vista de vários ângulos (BOHR, 1995).

Buckland (1991) se refere à informação como uma entidade no mesmo patamar de energia e radiação, que envolve a tudo e a todos, mas que só é captada por órgãos ou equipamentos sintonizados na frequência adequada.

Na Física existe uma interface entre a matéria-energia e os seres humanos, e esta interface é chamada de informação (ZEILINGER, 2005).

Ørom (2000) Capurro (2003) e Matheus (2005) listam três paradigmas de compreensão das linhas de pesquisa e aplicação da CI, quais sejam: 1) O paradigma físico, que considera o objeto de pesquisa externo ao indivíduo

conhecedor; 2) o paradigma cognitivo, que entende o objeto de pesquisa como uma questão interna do pesquisador, uma relativização referente a cada indivíduo; e 3) o paradigma social, que coloca a perspectiva da sociedade como referência máxima para o campo. Este terceiro paradigma seria o atual dominante na moderna compreensão da Ciência da Informação.

Os três paradigmas da CI podem ser encarados como separados apenas didaticamente. Ao indicar a existência de uma forma de categorização, eles chegam a causar certa confusão quando deixam de indicar que existem formas antagônicas de se encarar os fenômenos de interesse da Ciência da Informação, como propõem Wersig e Neveling (1975)

Como destaque para essa questão é interessante citar a chamada interpretação de Copenhague, permitindo uma fusão do ser cognoscente com o objeto observado por meio dos instrumentos de medida. Representa uma fusão dos paradigmas físico e cognitivo, indo além e percebendo que a compreensão da “realidade” depende da maneira como esta é medida ou observada (BOHR, 1995) (ZEILINGER, 2005).

Na CI a informação é o conceito central segundo Ørom (2000). Notadamente na Física, os conceitos de informação são utilizados como suporte à explicação de facetas de várias teorias e estão caminhando para serem elementos fundamentais para a consolidação das bases teóricas das atuais pesquisas e desenvolvimentos (WHEELER, 1990).

A questão taxonômica proposta por Buckland (1991) dividindo informação em coisa ou processo, figura como uma abordagem para se entender a posição natural da informação.

Informação, como referência para esta tese, se apresenta como um processo, visto que o conteúdo do suporte<sup>53</sup> só se torna informação no contato com um ser vivo. Essa concepção pode ser somada à explicação do fenômeno feita por Floridi (2002) onde informação é o ponto de contato, a interface, o limiar da relação do meio-ambiente com o ser humano. Em conclusão, colhendo concepções da Biologia

---

<sup>53</sup> No entendimento do autor da tese, o suporte da informação é sempre matéria-energia organizada, não havendo diferença substancial entre um pedaço de madeira talhado com caracteres e um grupo de átomos de silício organizado em função da energia neles impressa encontrados no disco rígido de um computador, ou os neurônios de um camundongo, sempre o suporte será matéria-energia, faces do mesmo elemento.

moderna e da Teoria Quântica, propõe-se como conceito interdisciplinar referência para esta tese que: **informação é o ponto de intersecção na relação de um ser vivo com a energia/matéria.**

Uma concepção de informação baseada no conceito 41 e 42 de Floridi (2002), entendendo a informação como uma interface, uma relação. Esta concepção soma-se ao conceito 45 de Capurro (2003) quanto ao aspecto de quantidade de seleções de signo, visto a proximidade com a questão da mensuração na Teoria Quântica (BOHR, 1995).

A partir dessa concepção, identifica-se que a informação, naturalmente, não existe sem um suporte, pois se ela é o resultado da relação entre seres vivos com a matéria ou energia, é assim dependente de um suporte físico. Isso indica também que a informação não existe somente em suportes organizados e produzidos por humanos, toda matéria-energia serve de suporte, inclusive neurônios, sistemas nervosos e células biológicas em geral.

Pode-se destacar dos textos de Capurro (2003) e de Matheus (2005) sobre Capurro, a discussão da possibilidade ou não de uma teoria geral da informação unificadora dos conceitos de informação para as várias ciências que os utilizam.

A discussão sobre a unificação do conceito de informação deve, segundo Capurro, conforme citado por Matheus, considerar a barreira de três dilemas (trilema) fundamentais para sua aceitação transversal epistêmica: 1) a dificuldade de se impedir a perda dos aspectos qualitativos e diferenciadores fundamentais de cada conceito; 2) a dificuldade de se identificar o conceito fundamental do qual as especificações derivam; e 3) a dificuldade de se englobar em um mesmo termo diferentes funções da informação nos vários campos.

A concepção da informação como ponto de intersecção na relação de um ser vivo com a energia atende ao trilema de Capurro pois: 1) engloba todos os aspectos qualitativos e diferenciadores fundamentais de cada um dos conceitos estudados; 2) identifica o conceito fundamental do qual as especificações derivam, como um conceito encontrado na natureza; e 3) pode ser aplicado em diferentes funções da informação nos vários campos.

Com base no exposto e repetindo, para esta tese, **informação é o ponto de intersecção na relação de um ser vivo com a energia/matéria.**

### 3.2 Quadro de referências

Como parte fundamental da metodologia, visando o apoiar o exercício de interpretação das características da informação, uma nova coluna de 'interpretação' foi inserida no Quadro 2-10 utilizando como referência o entendimento de Le Coadic (1996) <sup>54</sup> sobre a Ciência da Informação para embasar uma transposição interdisciplinar, formando o novo quadro a seguir:

QUADRO 3-1 CARACTERÍSTICAS QUÂNTICAS DA INFORMAÇÃO E TRANSPOSIÇÃO PARA A CI

Característica	Entendimento	Interpretação
Mensuração	A relação do observador com o objeto observado	A relação do observador com o objeto gera a informação
Probabilidade	Existe uma faixa de possibilidades possíveis	Existe uma faixa de possibilidades possíveis para a geração da informação com base em uma observação
Quantum	Partículas tem um mínimo possível de energia	Informação é gerada em pedaços mínimos
Superposição	Possibilidade de múltiplos estados somados antes da mensuração	Um objeto informacional somado a outro gera um terceiro único, que é diferente da soma das partes
Incerteza	Impossibilidade de precisão total na mensuração, imprecisão inerente	Impossibilidade de uma informação ser considerada completa
Emaranhamento	Ligação profunda entre as propriedades de dois elementos	Uma informação está ligada a outras, a qual influencia ou é influenciada, ciente ou não o observador
Complementariedade	Observável possui características que não podem ser mensuradas em conjunto	Informação possui um complemento, o qual não pode ser afirmado ao mesmo tempo
Decoerência	Perda de todas as outras possibilidades, restando apenas a informação que foi medida	Mensurar significa perder parte das possibilidades informacionais do objeto

Fonte: Autor, 2014

Percebe-se que as características que compõem o quadro, possuem seus entendimentos e suas interpretações bastante próximas, quase misturadas. Esta

<sup>54</sup> Para Le Coadic a Ciência da Informação “tem por objeto o estudo das propriedades gerais da informação (natureza, gênese, efeitos), [...]” (LE COADIC, 1996, p. 26).

situação já havia sido anotada quando do diagrama de Venn proposto na Figura 2-7 Agrupamento das características da Informação na Teoria Quântica.

Ressalta-se que essa proximidade conceitual aflora devido ao fenômeno definido ser semelhante, situando-se mais ou menos na fronteira do mundo quântico (micro) com o mundo clássico (macro). A concepção de informação deste trabalho posiciona a informação também em uma fronteira, uma interface entre o ser vivo com a energia. Anote-se que a fronteira está sempre em negociação.

## **4 Delimitação do objeto informacional**

Segundo a metodologia de trabalho para a tese, verifica-se que um dos objetivos específicos é a descrição da arquitetura da informação do objeto informacional: interceptações telefônicas judiciais. Tal objetivo representa um passo para que seja possível a interpretação do objeto com base no quadro de característica quânticas da informação.

Em outros termos, o domínio empírico a ser submetido ao entendimento concebido com base do referencial teórico da tese é representado pela arquitetura da informação do objeto informacional: interceptações telefônicas judiciais.

### **4.1 Interceptações telefônicas judiciais**

A constatação de que grandes volumes de informação são uma característica do modo de produção atual conhecido como 'Sociedade da Informação' tem seu marco histórico no final da Segunda Guerra Mundial.

A definição da Sociedade da Informação encontra bom termo no Livro Verde da Sociedade da Informação em Portugal, conforme citação:

*O modus operandi da sociedade pós-industrial identifica-se com o da sociedade da informação. Trata-se de um modo de desenvolvimento social e econômico em que a aquisição, armazenamento, processamento, valorização, transmissão, distribuição e disseminação da informação conducente à criação de conhecimentos e à satisfação das necessidades dos cidadãos e das organizações desempenham um papel central na atividade econômica, na criação de riqueza, na definição da qualidade de vida dos cidadãos e das suas práticas culturais (Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal: <http://www.missao-si.mct.pt/livroverde/lvfinal.zip>) (TARAPANOFF, ARAÚJO JÚNIOR e CORMIER, 2000, p. 92).*

O artigo de Vannevar Bush (1945) caracteriza o fenômeno do volume crescente na produção de informação, e serve de referência para os primórdios da Ciência da Informação:

Há uma montanha crescente de pesquisas. Mas há aumento da evidência de que estamos sendo atolados à medida em que a especialização aumenta. O investigador é confundido pelos achados e conclusões de milhares de outros pesquisadores - conclusões para as quais ele não acha tempo para assimilar, muito menos para se lembrar, à medida em que surgem<sup>55</sup> (BUSH, 1945, p. 1)  
Tradução livre.

---

<sup>55</sup> *There is a growing mountain of research. But there is increased evidence that we are being bogged down today as specialization extends. The investigator is staggered by the findings and conclusions of thousands of other workers—conclusions which he cannot find time to grasp, much less to remember, as they appear.*

No contexto desta tese este fenômeno aparece delimitado no âmbito do Poder Judiciário, devido à proximidade laboral do autor da tese com o tema no campo jurídico.

O volume de processos em estoque no judiciário brasileiro está aumentando, visto que os processos resolvidos ou baixados não superam os novos propostos.

A distribuição numérica pode ser visualizada no Quadro 4-1 apresentado pelo estudo do Conselho Nacional de Justiça (CNJ).

**QUADRO 4-1 MOVIMENTAÇÃO PROCESSUAL DO PODER JUDICIÁRIO EM 2012**

Movimentação Processual									
	 Estoque	 Δ (+/-)	 Casos Novos	 Δ (+/-)	 Julgados	 Δ (+/-)	 Baixados	 Δ (+/-)	 Saldo Estimado
Superiores	531.333	↑ 156,0%	458.290	↓ -2,4%	559.030	↑ 36,8%	468.995	↑ 26,9%	520.628
2º Grau	2.878.874	↓ -0,9%	3.341.368	↑ 9,3%	3.585.334	↑ 5,4%	3.337.208	↑ 11,1%	2.883.034
1º Grau	53.602.212	↑ 1,9%	18.015.579	↑ 11,0%	14.256.768	↑ 3,7%	17.520.169	↑ 9,5%	54.084.299
Turmas Recursais	1.185.069	↑ 22,8%	974.621	↑ 9,6%	870.589	↑ 11,4%	860.345	↑ 21,4%	1.299.345
Juizados Especiais	5.819.414	↑ 1,7%	5.423.366	↑ 0,7%	5.490.327	↑ 3,4%	5.617.083	↓ -2,8%	5.625.697
Turma Uniformização	1.568	↑ 7,8%	2.588	↑ 68,6%			1.989	↑ 60,9%	1.294
<b>Total</b>	<b>64.018.470</b>	<b>↑ 2,6%</b>	<b>28.215.812</b>	<b>↑ 8,4%</b>	<b>24.762.048</b>	<b>↑ 4,7%</b>	<b>27.805.789</b>	<b>↑ 7,5%</b>	<b>64.428.493</b>

Fonte: CNJ (2013, p. 297)

Com base nos números apresentados depreende-se que o impacto do volume de informação no judiciário é um dos elementos da morosidade da justiça brasileira.

O ramo do Direito mais atraente para a opinião pública é provavelmente o Penal ou Criminal, indica-se como constatação disso que a Ação Penal nº 470, o citado caso Mensalão, teve, até o momento, 415 citações em documentos de notícias somente no site do Supremo Tribunal Federal (STF), em comparação com 94 notícias no tocante a 'planos econômicos', que é um tema nacionalmente relevante e com julgamento em andamento no tribunal (STF, 2014).

Especificamente o fenômeno do volume não representa uma questão direta a ser trabalhada na tese, ele apenas situa-se na perspectiva de origem da preocupação da tese com a delimitação de um objeto informacional para reflexão empírica sobre os referenciais teóricos estudados.

Os argumentos judiciais são embasados em provas legalmente obtidas, que no sentido jurídico do termo é um elemento que serve para:

(...) fixar os fatos no processo, de tal modo a legitimar a decisão judicial, seja perante as partes, seja perante a universalidade das pessoas (GOMES e SÍLVIO, 2013, p. 54).

Quando da análise das provas baseadas em interceptações telefônicas, sendo que o volume de informação dificulta a tomada de decisão, seja na construção da sentença do magistrado ou no estudo da defesa de um acusado, os operadores jurídicos tomam contato com uma preocupação primária da Ciência da Informação, o volume crescente de informações sendo produzidas e disponibilizadas.

O aspecto do volume de informações colhido por este tipo de prova pode ser identificado em dois níveis, o primeiro pela constatação do número de telefones monitorados com autorizações judiciais no país e o segundo pela quantidade de ligações colhidas no âmbito de cada uma dessas interceptações.

Sobre os volume de telefones monitorados no país, lista-se os dados apresentados pelo Conselho Nacional de Justiça no ano de 2010:

Mais de 16 mil linhas telefônicas em todo o Brasil estão sendo monitoradas por decisão da Justiça. Os dados são do Sistema Nacional de Controle das Interceptações Telefônicas, coordenado pela Corregedoria Nacional de Justiça, referentes ao mês de junho. Neste primeiro semestre de 2010 a quantidade de telefones monitorados por autorização judicial variou de 11.946 (registrado em janeiro) a 18.271 (no mês de maio).

(...)

Aumento - Em junho deste ano a quantidade de linhas monitoradas no país foi cerca de 45% maior do que o número registrado no mesmo período do ano passado, quando havia 11.350 escutas em andamento. O aumento, segundo Gilson Dipp, pode refletir o incremento no número de inquéritos e processos penais que necessitam da ferramenta, resultante do provimento de comarcas e maior especialização em matéria penal (CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA, 2010).

Dados mais atualizados indicam que o volume continua aumentando, pois somente no âmbito do Ministério Público identificou-se que em maio de 2013 existiam mais de 16,4 mil linhas de telefones monitoradas no país.

A propósito, o relatório produzido pela Corregedoria Nacional acerca das interceptações telefônicas informadas pelo Ministério Público (fls. 1.092/1.124), em atenção ao disposto no art. 12 da Resolução nº 36, de 2009, traz informações gerais sobre procedimentos remanescentes, findos e iniciados em maio de 2013: a) 16.432 telefones monitorados; b) 9.558 pessoas investigadas; c) 2.113 procedimentos; d) 292 e-mails monitorados (CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO, 2013, p. 98).

Ressalta-se que o Ministério Público é apenas um dos braços da persecução criminal no Brasil, e no campo das interceptações telefônicas deve, por hipótese, estar atrás em números das polícias federal, civil e militar.

No aspecto no volume de ligações captadas em cada uma das operações de interceptação em andamento, as quantidades podem atingir centenas de milhares de ligações monitoradas, a exemplo da Operação Satiagraha:

Em um ano de investigação de fraudes que desencadeou a Operação Satiagraha, a área de inteligência da Polícia Federal fez **110 mil escutas telefônicas** em torno de 40 telefones fixos e celulares. O volume corresponde a uma média de 300 interceptações diárias (FEDERAÇÃO NACIONAL DOS POLICIAIS FEDERAIS, 2009) (Grifo nosso).

Ou da Operação Furacão (Hurricane):

Pedido para que fosse determinada a transcrição de **40 mil horas de interceptação telefônica** foi negado, por unanimidade, pela Primeira Turma do Supremo Tribunal Federal. A solicitação foi feita no Habeas Corpus (HC) 117000, pela defesa do procurador regional da República João Sérgio Leal, um dos acusados em denúncia (Inquérito 2424) recebida, em 2008, no Plenário do STF, por crime de formação de quadrilha em razão de suposta venda de decisões judiciais a esquema de bingos e jogos ilegais do Rio de Janeiro (SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL, 2013) (Grifo nosso).

Durante períodos que podem superar dois anos de interceptação contínuas, como em investigação criminal realizada no Paraná e discutida em Recurso Extraordinário no Supremo Tribunal Federal. (STF RE 625.263, 2013)

Um aspecto a ser ressaltado é que a produção deste tipo de prova se dá com o uso de equipamentos especiais baseados em aplicações de tecnologia da informação, tanto no âmbito da coleta como da análise, e se aplicam a casos com necessidades de investigação especial, como destaca o Ministro Gilson Dipp em comentário sobre o aumento do volume de interceptações:

As interceptações telefônicas são utilizadas em investigações de maior complexidade, que envolvem organizações criminosas, como tráfico de entorpecentes, fraude na previdência, crimes financeiros, pirataria, roubo de cargas, sequestro, entre outros (CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA, 2010).

De maneira geral a Figura 4-1 apresenta um resumo de um sistema universal de interceptações telefônicas em seu padrão mais comum, no tocante às informações armazenadas e exportáveis para as provas processuais. Cabe destacar os três ambientes distintos na figura: o da operadora de telefonia; o da autoridade investigativa (investigação) e o dos autos processuais (exportações).



**FIGURA 4-1 DESENHO DA ARQUITETURA GERAL DAS INTERCEPTAÇÕES TELEFÔNICAS**  
 Fonte: i-luminas LTDA (2012)

O entendimento geral é de que todas as informações sobre a prova devem estar disponíveis nos autos, conforme o Supremo Tribunal Federal positivou na Súmula Vinculante nº 14, *verbis*:

É direito do defensor, no interesse do representado, ter acesso amplo aos elementos de prova que, já documentados em procedimento investigatório realizado por órgão com competência de polícia judiciária, digam respeito ao exercício do direito de defesa (GOMES e SÍLVIO, 2013, p. 77).

Passando a Figura 4-1 para uma de lista de itens contendo as possíveis informações produzidas, tem-se o quadro a seguir:

**QUADRO 4-2 INFORMAÇÕES EM UM PROCESSO COM INTERCEPTAÇÕES TELEFÔNICAS**

Item	Descrição
1 Banco de dados da operadora	Local de armazenamento das ligações telefônicas realizadas pelos clientes da operadora de telefonia
2 Extrato telefônico	É o extrato que delimita as ligações para serem cobradas do cliente da operadora, descreve os metadados (data, hora, etc) do contato telefônico
3 Cadastros para consulta	Representa uma interface para que os agentes investigativos possam verificar a quem pertence determinadas linhas interceptadas em conversa com um alvo em monitoramento

4	Interface de análise	Ambiente de visualização e análise dos dados captados, permite a inserção de comentários, realização de cruzamentos e reconhecimento de padrões, dentre outras funcionalidades
5	Banco de dados da investigação	Base de dados com as informações captadas, áudios gravados e inferências realizadas
6	Relatório de Inteligência	Relatório, geralmente parcial, sobre o andamento da investigação com resumos sobre os achados e pedidos de inclusão de novos números ou prorrogação dos existentes. Composto de dados considerados relevantes pelos investigadores
7	Exportação para visualização	Inteiro teor dos dados captados, mas disponível apenas para navegação em visualizador da própria plataforma que o exporta, com senha de acesso e criptografia. Não permite carga em outra ferramenta e serve para validação dos dados originais.
8	Exportação para interoperabilidade	Inteiro teor dos dados captados, incluindo metadados e áudios das ligações interceptadas, exportados de maneira que possam ser importados por outras ferramentas de análise

Fonte: Autor, 2013

Conforme afirmado, é importante observar que é necessário que todo o contexto esteja disponível nos autos sob pena de nulidade do processo judicial, vide decisão jurisprudencial abaixo reproduzida:

Conquanto seja pacífico o entendimento de que desnecessária a transcrição integral de todo o material interceptado, é imprescindível que, pelo menos em meio digital, a prova seja fornecida à parte em sua integralidade, com todos os áudios do período, sem possibilidade de qualquer seleção de áudios, pelos policiais executores da medida, impossibilidade que, nas palavras do Ministro Gilmar Mendes, atua como verdadeira garantia ao cidadão.

Inexistindo, nos autos, a integralidade das interceptações telemática e telefônica, o paciente está impossibilitado de confrontar as teses acusatórias com o resultado completo das interceptações, que pode conter material que interesse à sua defesa.

Assim, diante desses elementos, verifico a ocorrência de constrangimento ilegal, nos termos do art. 654, § 2º, do CPP, ante a nulidade das provas produzidas nas interceptações telefônica e telemática, em decorrência da ausência de preservação de parte do material probatório colhido, caracterizando cerceamento do direito de defesa. Grifo nosso (STJ, HC 160.662/RJ, 5ª T., REL. MIN. ASSUSETE MAGALHÃES, DJE 17/03/2014).

Passa-se a uma explicação mais detalhada das fases do procedimento de interceptação, com o viés da tecnologia utilizada e das informações produzidas.

A partir do deferimento de um pedido feito pela autoridade de investigação (Ministério Público ou Polícia) ao Judiciário é enviado um mandado à operadora de telefonia.

Como exemplo de uma boa prática petitoria sobre esse assunto lista-se o modelo didático disponibilizado pelo Ministério Público do Piauí em seu repositório de modelos de peças criminais:

Dele extraímos os seguintes itens:

l) Determinar [...] às Operadoras de Telefonia Móvel, a quem o presente mandado seja apresentado a quebra de sigilo telefônico por meio de interceptação telefônica, pelo prazo de 15 [quinze] dias, prorrogados automaticamente por igual prazo, das linhas de números [...], devendo, sob pena de incursão no crime de desobediência, **desviar os áudios, as imagens e os dados, em tempo real**, diretamente para o NÚCLEO DE INTELIGÊNCIA DA SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DO PIAUÍ, [...] (MINISTÉRIO PÚBLICO DO PIAUÍ, 2011, p. 2) (Grifo nosso).

O qual ilustra a questão do desvio da chamada para o sistema de escuta. E mais:

a) Que seja decretada a quebra de sigilo de dados da referida linha telefônica **com emissão de sua conta reversa em relatório detalhado, a partir do início do procedimento de interceptação, com nomes, endereços, e demais dados cadastrais existentes em poder da empresa, em planilha eletrônica de terminação .xls. (planilha eletrônica do Microsoft Excel)** gravado em mídia magnética (disquete) ou óptica (CD-ROM) e a disponibilização, a partir do início do procedimento de interceptação, do serviço de ÁUDIO em tempo real e ERB (antena) respectiva, para os telefones celulares; (MINISTÉRIO PÚBLICO DO PIAUÍ, 2011, p. 2) (Grifo nosso).

Importando que a operadora possui dados de interesse da investigação que não são colhidos diretamente pelo sistema e sim devem ser enviados em formato específico para a autoridade solicitante. Seguindo:

b) [...], podendo a autoridade policial **designar agentes policiais junto a operadora com o objetivo de obterem tais dados cadastrais mediante o fornecimento de senha específica para tal fim**, enquanto durar a interceptação [...] (MINISTÉRIO PÚBLICO DO PIAUÍ, 2011, p. 3) (Grifo nosso).

Indicando a existência de um acesso direto à companhia telefônica para pesquisa de cadastros, o qual também não passa pelo sistema de escuta.

Quando o mandado chega ao âmbito da operadora, ele é cadastrado em um sistema proprietário da operadora, geralmente o Vigia (SUNTECH, 2014), fabricado pela empresa Suntech.

O Vigia disponibiliza uma interface para os agentes autorizados consultarem os cadastros de telefones e também é o responsável por enviar os dados da

interceptação para o Sistema Guardiã (DÍGITRO LTDA, 2014)<sup>56</sup> ou similar fazer a gravação do áudio do telefonema.

A operadora não guarda o áudio porque ela nem o grava, mas guarda os dados de cada ligação interceptada, pois ela é quem os envia para o sistema de escuta. A operadora usará esses mesmos dados para confecção da fatura e extrato de cobrança do telefone monitorado.

Assim, o acesso aos dados que a operadora guardou para a cobrança permite a validação (prova real) do que o Guardiã ou similar recebeu, servindo para todas as partes do processo como uma segurança da prova produzida. Se por algum motivo a ligação desviada pela operadora para o Guardiã não foi armazenada nesse, ou foi parcialmente armazenada, ou os dados não baterem em termos mínimos, será possível identificar a inconsistência.

Verifica-se que os dados de cadastros dos telefones suspeitos também estão disponíveis para os agentes durante a investigação e os relatórios dessas consultas podem explicar e fundamentar a construção da prova no decorrer da investigação. A visualização dos relatórios de acesso dos agentes ao cadastro permite a verificação da linha adotada pela investigação, identificando números conhecidos, mas que não se tornaram alvo ou até mesmo comunicações com indivíduos com prerrogativa de foro que teriam alterado por completo a investigação. O controle da produção da prova é um interesse de todos os participantes do processo.

O entendimento desse procedimento é inclusive patente em decisões já exaradas:

[...]

2. O Sistema Vigia é uma ferramenta completa para o gerenciamento dos processos de interceptação legal e quebra de sigilo telefônico dentro de uma operadora. É um instrumento utilizado pelas operadoras de telefonia fixa e móvel, podendo interceptar as ligações em horas programadas de centenas de linhas em todo o país ao mesmo tempo.

3. **O Sistema Guardiã nada mais é do que um software que permite escutar, redirecionar, gravar e armazenar conversações** por meio de telefonia fixa ou móvel, proceder o cruzamento de dados, com simultaneidade, por meio de inúmeros canais disponíveis (TRF-MS, 59.657/GO, SEC. 2ª, REL. DES. FED ÍTALO MENDES, DJ 22/06/2007 , p. 4) (Grifo nosso).

O procedimento é tornado público pela própria Polícia Federal:

---

<sup>56</sup> O Sistema Guardiã é o mais conhecido no mercado e servirá de base para os exemplos e descrições nesta tese. No mercado também são conhecidos os sistemas Sombra e Wytron (CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO, 2013).

De acordo com a assessoria da PF, o Guardiãõ funciona como uma base de dados de diálogos interceptados pelas companhias telefônicas por meio de um programa chamado Vigia. As empresas só podem fazer as interceptações a partir de uma ordem judicial.

De acordo com a assessoria, o Guardiãõ não faz interceptações. Ele recebe, armazena e organiza o material interceptado pelo Vigia. Para cada ordem judicial é aberto um canal para o Guardiãõ. **O Vigia intercepta e manda o áudio ao Guardiãõ.** O servidor que tem a senha, ouve e transcreve os diálogos (FOLHA DE SÃO PAULO, 2008) (Grifo nosso).

Finalmente, o sistema de interceptação da autoridade investigativa (Guardiãõ ou similar) exporta os dados em forma de um relatório circunstanciado ou como a base completa das ligações interceptadas, seja em formato CIF (cifrado), TXT ou HTML.

O relatório de inteligência, também referido como RELINT, RIP, relatório circunstanciado ou por evento, é composto das ligações consideradas importantes pela equipe de investigação.

A segunda maneira de exportação é a base completa em formato cifrado (CIF), que serve para a garantia de que os dados não serão alterados por quem tiver acesso aos autos.

A terceira via de exportação (TXT ou HTML) é a que permite a análise de lote, de várias ligações em conjunto, comportando a importação por outros sistemas e se caracterizando como estratégia de interoperabilidade de sistemas de dados.

Quando exportados neste último formato ficam apensados aos autos DVDs com a seguinte estrutura média relevante de diretórios:

- Uma pasta chamada "Gravações", contendo arquivos de áudio (formato WAV) que correspondem as gravações propriamente ditas;
- Uma pasta "Imagens", na qual ficam os ícones e imagens de apoio;
- Uma pasta "Transcrições", a qual abarca os resumos dos áudios (metadados), esses resumos estão em formato HTML ou TXT, sendo que cada resumo deve corresponder a um áudio (WAV);
- Um arquivo 'index', na raiz destes diretórios, o qual é um relatório agrupador que serve como índice do material (metadados e áudio).

Cada ligação captada apresenta um resumo no formato da Figura 4-2, disponível dentro da pasta 'Transcrições'. Todas as gravações captadas possuem

esta tela de metadados, que configura-se em uma interface para os metadados armazenados.

**Guardião**  
M.J. - DEPARTAMENTO DE POLÍCIA FEDERAL  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
CENTRO DE INTELIGÊNCIA

Guardião - Dados da Gravação

TELEFONE	NOME DO ALVO
[REDACTED]	[REDACTED]

TELEFONE	INTERLOCUTOR	DATA/HORA INICIAL	DATA/HORA FINAL	DURAÇÃO	ÁUDIO	INTERLOCUTORES/COMENTÁRIO
[REDACTED]	[REDACTED]	28/08/2014 14:25:38	28/08/2014 14:26:50	00:01:14		[REDACTED]

DIÁLOGO

**FIGURA 4-2 DESCRIÇÃO EXEMPLIFICATIVA DOS METADADOS**

Fonte: Adaptado de Souza (2012)

As ligações podem então ser ouvidas com um clique no sinal triangular verde, da coluna ÁUDIO visível na Figura 4-2, acessando deste link o conteúdo da pasta 'Gravações'.

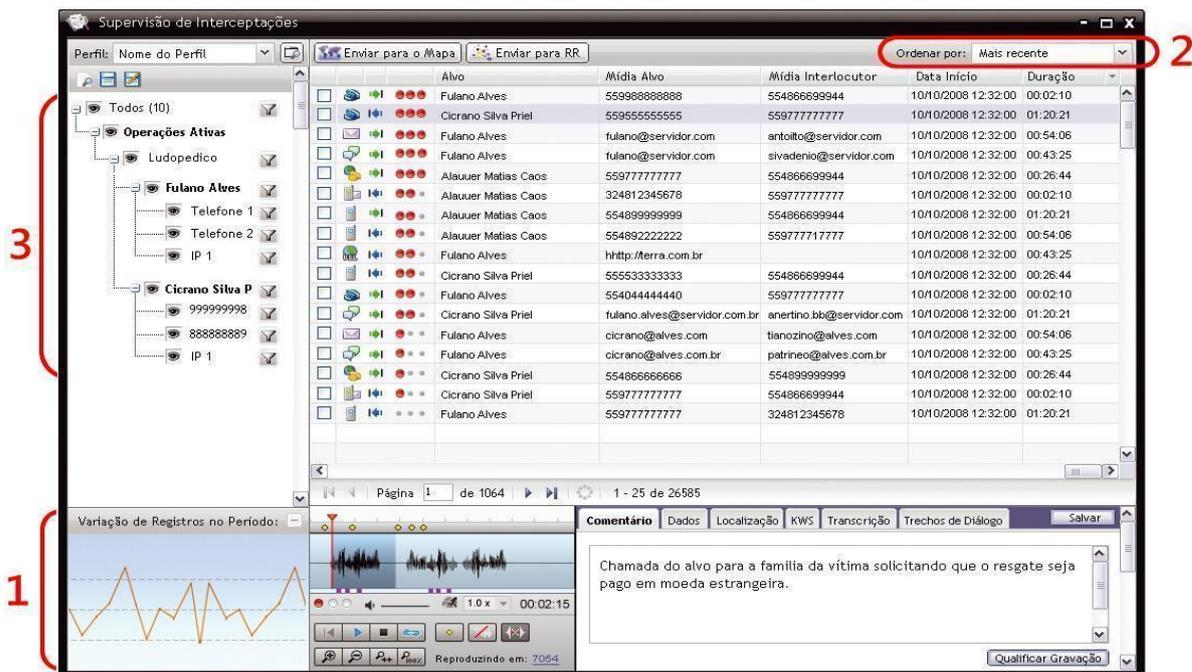
Passa-se a descrever a capacidade da análise do Guardiã.

Para grampear telefones suspeitos, o sistema mais usado no país é o Guardiã, desenvolvido em parceria por técnicos da Polícia Federal e pela empresa de telecomunicações Dígitro. (...) Ele permite cruzar ligações entre as mesmas pessoas, facilitando a análise das informações (CONSULTOR JURÍDICO, 2007).

No material publicitário do Guardiã pode ser encontrado que:

O Sistema Guardiã dispõe de diversas funcionalidades que facilitam o processo de investigação. Os dados interceptados pelas operadoras de telefonia e pelos provedores de acesso à internet são armazenados pelo sistema, possibilitando o cruzamento de informações para a elaboração de relatórios de inteligência. O sistema possui ferramentas avançadas para análise de vínculos textual, georreferenciada, estruturada e gráfica, permitindo ainda uma análise integrada da informação ao possibilitar o tratamento das interceptações em um ambiente que integra gravações telefônicas, de rádio e dados trafegados na internet (DÍGITRO LTDA, 2014).

Nas telas disponíveis no site da empresa Dígitro (2014) sobre o Sistema do Guardiã, podemos visualizar algumas das funcionalidades de análise.



**FIGURA 4-3 INTERFACE DO SISTEMA GUARDIÃO**  
 Fonte: Dígitro LTDA (2014)

Na Figura 4-3, apresenta-se uma interface do sistema Guardiã, nela, no canto inferior esquerdo pode-se notar um gráfico de fundo azul indicando a variação de telefones no período (item nº 1), perto da parte superior direita, vê-se a possibilidade de ‘ordenar por’; (item nº 2) e na lateral esquerda, aparece a opção de escolher telefones específicos da operação (item nº 3).

Na Figura 4-4, é descrita a funcionalidade de análise de vínculos (item nº 4) e linhas de tempo (item nº 5), disponíveis na plataforma IDSeg, que funciona em conjunto com o Guardiã.



**FIGURA 4-4 INTERFACE DO SISTEMA DE ANÁLISE ID SEG**  
 Fonte: Dígitro LTDA (2014)

Ressalta-se que esta informação será positivada como uma prova. O termo prova aparece na doutrina jurídica em inglês como *evidence*. John Wheller (1990) trata da relação do observador com o observável e sobre as evidências na teoria quântica:

O que é um observador - participante? Aquele que opera um dispositivo de observação e participa da produção de significado, ou seja, no sentido de Føllesdal [124] ", ou seja é o produto conjunto de todas as evidências que estão disponíveis para aqueles que se comunicam". A prova de que está disponível? O investigador corta uma pedra e fotografa a evidência para o núcleo pesado, que chegou à radiação cósmica de um bilhão de anos atrás [38]. Antes que ele possa comunicar suas descobertas, no entanto, um asteroide atomiza seu laboratório, seus registros, suas rochas e ele. Nenhuma contribuição para o significado! Ou pelo menos não contribuem até então. Uma investigação forense de detalhe e sagacidade para reconstruir a evidência da chegada do núcleo é difícil de imaginar. E sobre a famosa árvore que caiu na floresta sem ninguém por perto [125]? Ela deixa uma evidência física tão próxima e tão rica que uma equipe de investigadores atualizada até pode estabelecer o que aconteceu além de qualquer dúvida. Seus resultados contribuir para o estabelecimento de significado<sup>57</sup> (WHEELER, 1990, p. 318) Tradução livre.

Tambem Buckland (1991) fala sobre a evidência, a citando como um tipo de informação como coisa:

"Evidência" é um termo apropriado porque denota algo relacionado ao entendimento, algo que, se encontrado e corretamente entendido, poderia mudar o conhecimento, as crenças sobre algum assunto<sup>58</sup> (BUCKLAND, 1991, p. 353) Tradução livre.

Esta massa de dados é o que corporifica o objeto informacional a ser interpretado por esta tese. Um volume imenso de metadados e gravações de áudio nos quais existe ou não a evidência de que alguém cometeu um ilícito penal.

---

<sup>57</sup> *What is an observer-participant? One who operates an observing device and participates in the making of meaning, meaning in the sense of Føllesdal [124], "Meaning is the joint product of all the evidence that is available to those who communicate." Evidence that is available? The investigator slices a rock and photographs the evidence for the heavy nucleus that arrived in the cosmic radiation of a billion years ago [38]. Before he can communicate his findings, however, an asteroid atomizes his laboratory, his records, his rocks and him. No contribution to meaning! Or at least no contribution then. A forensic investigation of sufficient detail and wit to reconstruct the evidence of the arrival of that nucleus is difficult to imagine. What about the famous tree that fell in the forest with no one around [125]? It leaves a fallout of physical evidence so near at hand and so rich that a team of up-to-date investigators can establish what happened beyond all doubt. Their findings contribute to the establishment of meaning.*

<sup>58</sup> *"Evidence" is an appropriate term because it denotes something related to understanding, something which, if found and correctly understood, could change one's knowledge, one's beliefs, concerning some matter.*

## **5 Interpretação e conclusões**

Este é o capítulo final da tese, aqui o quadro construído como estratégia metodológica é aplicado ao objeto informacional descrito por meio de sua arquitetura da informação.

As interpretações empíricas resultantes da aplicação de cada característica quântica da informação às interceptações telefônicas judiciais, funcionam como uma validação da hipótese de que o arcabouço teórico faz sentido enquanto explicação do fenômeno observado. Cada interpretação funciona como uma conclusão derivada da aplicação empírica.

Em um momento de encerramento do capítulo é, ainda, apresentado um subtópico com perspectivas para trabalhos futuros.

### **5.1 Interpretação do objeto informacional**

Para este exercício de interpretação utilizar-se-á hipoteticamente um observador e um objeto. O observador será um juiz, magistrado que autoriza e controla um processo que contém interceptações telefônicas e o objeto as interceptações telefônicas. Cada característica quântica da informação presente no quadro 3.1 será aplicada ao objeto e interpretada visando o entendimento do fenômeno observado.

O objeto informacional da interceptação telefônica começa sua existência no momento que é mensurado. A criação desta informação se dá com a coleta dentro de um instrumento definido para a produção desta informação. Note-se a presença e importância do instrumento de medição e a sua fusão com as intensões do observador, como descrito anteriormente neste trabalho sobre o pensamento de Niels Bohr (1995) .

Sendo a coleta de informações sobre um determinado fenômeno uma ação dependente do instrumento de medida e de seu operador/observador, interligados em um sistema indivisível, o resultado da coleta será sempre impregnado pelas capacidades do instrumento e, especialmente, pelo viés do observador, o qual pode ser, por exemplo, um juiz que necessita controlar a validade e o conteúdo das interceptações.

A participação do observador para determinar qual informação se traz a realidade enfrenta a questão da **mensuração** diretamente na perspectiva quântica, pois são vários os observadores nessas relações, no mínimo os dois interlocutores da ligação interceptada, os investigadores que estão ouvindo e os advogados de defesa que irão ouvir. Todos estão aptos a trazerem à tona uma informação que define a realidade. Sendo que para este trabalho, informação e realidade são a mesma coisa, Zeilinger (2005), indica-se que a existência da informação neste exercício de interpretação se dá no momento da mensuração pelo observador juiz. Em conclusão, se o juiz nunca vier a se relacionar com o objeto, a consequência prática é que para ele o objeto nem existe.

As várias possibilidades para a construção da informação em cada ângulo de mensuração apresentam um caráter do que é provável ser medido. Conforme a anotação sobre o caráter da mensuração, existe uma faixa de possibilidades possíveis (a redundância é proposital), para a geração da informação com base em uma observação, ou seja, uma faixa de **probabilidade**. Pode-se mensurar uma gama extensa de informações do objeto informacional, mas não as que não são possíveis, pois, por óbvio, nem tudo é possível. Assim, não existe possibilidades infinitas na produção desta prova, se a ligação ocorreu e foi mensurada por dois polos interlocutores a possibilidade da ligação ser mensurada como inexistente por outros observadores seria nula ou próxima disso.

Verifica-se que a presença dos observadores ou mensuradores confere à existência da informação um caráter de relacionamento. Tal identificação traz um elemento de representação da informação para um usuário

As relações, o caráter de rede, de interface entre fenômenos, são elementos fundamentais na formulação de enunciados sobre conceitos, representação de domínios e no aspecto semântico da organização e representação do conhecimento.

Em um artigo sobre representação de domínios escrito por Sales (2011) a conclusão pode ser interpretada como um questão ligada às relações. No momento em que se conclui que a representação dos domínios de conhecimento em Biblioteconomia e Arquivística se dá por meio da informação materializada, institucionalizada e socializada, se conclui por decorrência que a relação da informação com seu contexto determinada a possibilidade da representação. Tanto em nível do produtor (instituição) como do usuário (social).

A questão da semântica também poderia ser levantada, e o artigo de Marcondes (2011) sobre o tema destaca o papel das relações logo em seu título, levando ao assunto por todo o escrito até concluir que ontologias são construídas em cima da representação de relações de conceitos em determinados domínios e que a tendência seria o relacionamento inter ontologias, ou seja a relação das relações.

Ainda sobre conceitos, Dahlberg (1978) vai mais fundo na questão das relações, especificando tipos quando da comparação de conceitos: lógicas, hierárquicas, partitivas e de oposição.

Falar em representação é conversar sobre relações, pois estas são fundamentais para a estruturação tanto do conceito como do contexto da representação. Nos parece, cada vez mais, que a informação, em uma interpretação conceitual de interface, não escape ao uso de relações para sua representação. Conforme o conceito de informação adotado por esta tese, as relações que formam a informação são as do observador vivo com a energia.

As tarefas da informação devem ser realizadas com vistas a objetos discretos, delimitados em um mínimo mensurável possível, chame-se autorização para interceptação ou chamada telefônica interceptada, por exemplo. O objeto será sempre discreto, não importando a quantidade de energia/matéria que possuir.

Esta estrutura conceitual fundamental do entendimento da informação na tese remete à questão do **quantum** na Teoria Quântica, como o ente mínimo discreto na natureza. Visualizando o esquema relacional como base desta unidade mínima quântica tem-se:



**FIGURA 5-1 ICONIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO**  
Fonte: Autor 2014

Anote-se que o polo 'energia' na Figura 5-1 é considerado em caráter geral, englobando a 'matéria', sendo ambas aspectos do mesmo fenômeno, mas com a energia como elemento antecedente. Matéria seria uma condição transitória da energia.

O elemento discreto mínimo para a criação de uma informação não seria o bit da teoria matemática da informação, mas uma estrutura relacional que englobe o ser observador na equação. Cada relação mínima destas pode se relacionar com outro observador e assim por diante, em uma explosão de relações sempre discretas, em aspecto visual tem-se:

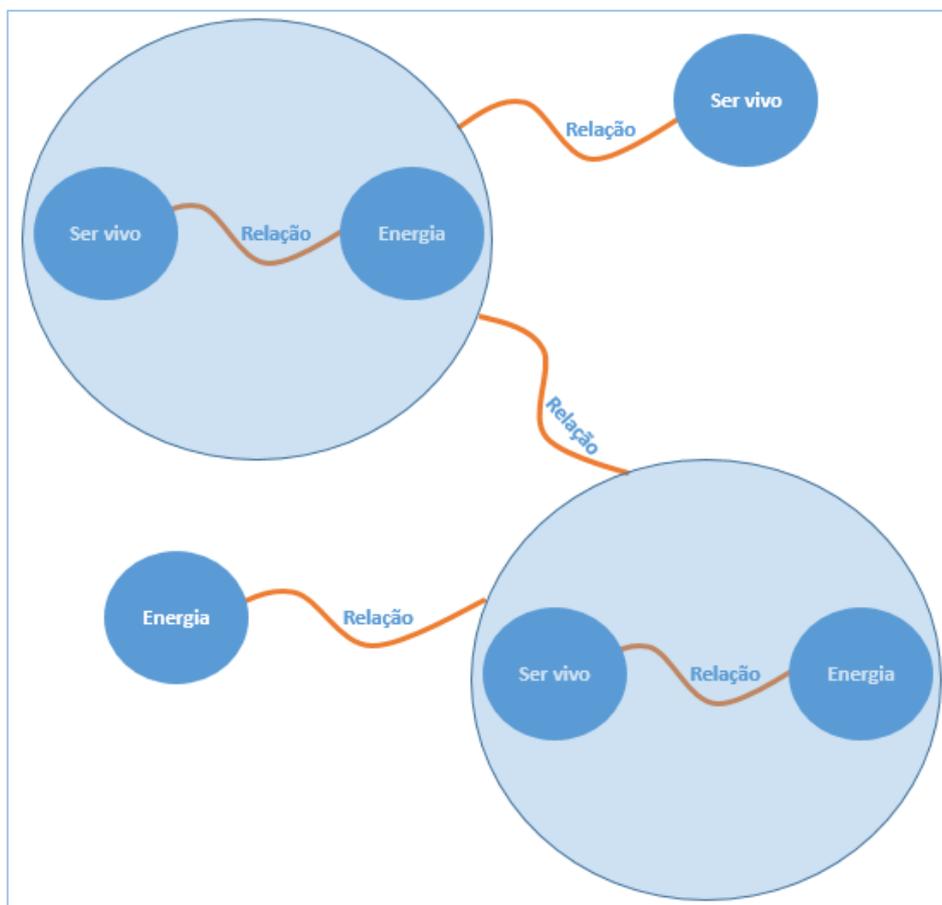


FIGURA 5-2 REDE DE RELAÇÕES ENTRE ÍCONES DE INFORMAÇÃO  
Fonte: Autor 2014

Não parece ser por acaso que as interfaces de análise das interceptações telefônicas são descritas em forma de redes de relacionamentos, vide item 4 da Figura 4-4.

Cada uma das dezenas de milhares de ligações pode ser encarada como um objeto informacional único, bem como grupos delas também podem, em razão do discreto mínimo na informação poder ser tratado como novo ente em outra relação. Uma relação mínima de informação, quantizada, pode ser relacionar com outro polo e formar um novo quantum, elemento discreto de informação (Figura 5-2).

Essa possibilidade está fundamentada no postulado da **superposição**, que implica que dois estados observáveis quânticos podem se somar e se

transformarem em um terceiro objeto único. Destacando-se neste fenômeno que todos os três objetos podem coexistir.

Esta situação é derivada da incerteza, em conjunto com os resultados possíveis dentro de um espectro da probabilidade de medição

A observação do objeto informacional é semelhante à descrição de um observável quântico. Quando são coletadas informações do objeto informacional, uma das interceptações por exemplo, por mais que a coleta seja extensa não se terá o objeto completo, somente o possível. O objeto completo em tese seriam todas as relações possíveis para aquele objeto, e elas estão superpostas em uma onda de probabilidades. Em uma visão da Teoria Quântica, poderia ser dito que a medição do estado quântico possui uma incerteza inerente dentro de probabilidades de acontecimento das medições possíveis que antes de serem medidas estão superpostas. Ou seja, novamente a informação aparece como única descritora da realidade, servindo como interface entre os observáveis e sua situação possível no mundo 'real'.

Para uma compreensão interdisciplinar, a ideia a ser transportada é a de que em um conjunto, antes de ser observado, todas as possíveis informações a serem coletadas estão ali em um estado agrupado, superposto, somente como a mensuração pode-se coletar alguma parte do conjunto. Decorre ainda deste princípio a ideia de que objetos informacionais possam se somar a outros, tornando-se um terceiro objeto único, a interceptação individualizada é um objeto e o coletivo de todas as interceptações outro objeto.

A incerteza se dá em razão de informações que não podem ser colhidas em conjunto com outras específicas complementares. Ou seja, a **complementariedade** como característica aferível do objeto informacional é perceptível quando da afirmação pela acusação que tal relacionamento e tais palavras representam a prova da delinquência e de outro lado a defesa infere, com base na mensuração do mesmo objeto, que o significado da relação ou das palavras são outros. Tais afirmações são efetuadas sobre o mesmo objeto informacional, mas representam interpretações antagônicas, não possíveis de serem afirmadas em conjunto, ou é ou não é.

Dentro de uma interpretação com vistas à informação, a análise que extrai características, conceitos, de um objeto informacional traz à racionalidade de uma linguagem documental as visões parciais, mas complementares, do objeto. Não seria possível afirmar sem um contexto que uma parte é mais importante que outra, mas sim que elas são complementares, visto a impossibilidade da razão desenvolver uma linguagem que abarque todas as nuances de um fenômeno ou objeto.

A solução da perspectiva antagônica complementar está no aumento do espectro mensurado, ou seja, na utilização do contexto pelo aumento das relações. Um aspecto estatístico da **incerteza** pode ser aqui comentado, já que em seu caráter mínimo, ou seja uma única ligação, ter-se-ia uma impossibilidade inerente de afirmação indubitável.

Uma interpretação interdisciplinar da incerteza é a de que questões complementares e correlacionadas não poderão ter suas informações igualmente colhidas (mensuradas) para as duas categorias simultaneamente sem a perda de precisão em uma delas, ou, o foco em um assunto reduz a precisão para o outro complementar.

Note-se que todo o contexto do interlocutor é instantaneamente reduzido ao áudio captado e aos metadados colhidos sobre aquele momento. Isso é exatamente a característica da **decoerência**, pois mensurar significa perder parte das possibilidades informacionais do objeto. Não há de se falar em mais nenhuma outra possibilidade além da mensurada. O juiz observador tomará sua decisão somente com o que foi mensurado, o resto do contexto possível deixa de ter realidade prática após a mensuração.

O estado quântico é superposto por natureza, e a informação desse estado é incerta, quando ela é coletada perde-se as outras possíveis informações. Esse fenômeno está presente no ato de análise da informação, pois quando se extrai determinado metadado de um objeto informacional, sempre se extrai com vistas a uma situação de uso, perdendo-se os estados superpostos ou seja, outras possíveis informações para outros usos.

Uma das características dos seres vivos é a capacidade de tratar informações, ou seja, de fazer interpretações das mensurações que colapsam as ondas em pontos aferíveis (fenômeno da decoerência).

A informação de um observável que não perdeu a coerência contempla toda a informação possível sobre o objeto de maneira superposta, na possibilidade de medição de uma informação precisa e individual ocorre a decoerência e perde-se as outras prováveis informações. Esta descrição pode lembrar o processo de avaliação da informação pelo juiz observador que, de posse de um objeto informacional, o qual poderia ser qualquer coisa baseada em energia, dos caracteres de um texto e seus sentidos ao próprio papel onde as letras estão impressas, um contato com o observador e sua medição leva à redução drástica da informação possível. Colocar sentido, conceituar, encaixar em uma linguagem, tarefas comuns à decisão, aplicam uma decoerência ao observável objeto informacional.

Para o uso desta categoria para os estudos em nível interdisciplinar identifica-se que ao se medir uma informação, por meio de sua análise ou mesmo de sua coleta, faz-se a ligação da informação a um contexto. Este processo de ligação ao contexto descarta outras possíveis acepções da informação medida que estavam superpostas. Medir é perder informação e isto é a decoerência.

Finalmente, tem-se que todas essas ligações telefônicas possuem relações em sua produção, seja pelos mandados que as autorizaram, seja pelos assuntos que tratam e, pela característica do **emaranhamento**, passam a ter uma interdependência, influenciando e sendo influenciadas uma pelas outras. Uma ligação pode ter seu conteúdo confirmado ou desmentido por outra.

Para o entendimento interdisciplinar a interpretação desta situação é a de que, uma vez que um conjunto de informações tenha se relacionado sua decorrência poderá sofrer influência das outras partes não mensuradas, independente da ciência do observador. Alguma outra informação que estava superposta pode ser mensurada por outro observador e gerar a alteração na que foi medida pelo juiz observador.

Eis que o objeto informacional foi interpretado com o uso do referencial teórico das características quânticas da informação em uma acepção ligada às preocupações da Ciência da Informação.

A descrição do objeto informacional e sua utilização com referência empírica parece ter logrado êxito mais pelo apelo do tema das interceptações telefônicas e a facilidade de uso de exemplos com impacto real, do que pela sua contribuição de

alteração ou aprofundamento do aspecto teórico, sendo, hipoteticamente, possível a aplicação do quadro a outros objetos informacionais.

O objetivo final do estudo foi atingido, sendo demonstrada a coerência teórica de utilizar-se de características da informação encontradas na Teoria Quântica como possível referencial teórico na interpretação da arquitetura da informação de um objeto informacional.

## **5.2 Perspectivas**

A construção da pesquisa também leva a crer que o tema é minimamente recorrente e alvo de preocupações do campo na bibliografia da Ciência da Informação, mantendo-se em atualização constante. Neste sentido, vide os editoriais de Bawden (2005 e 2008) e Robinson (2014) do *Journal of Documentation* e os papers desses mesmos autores na *International Conference on Conceptions in Library and Information Science (CoLIS)* de 2007 e 2013.

A Teoria Quântica possui aplicações palpáveis e opera com muito sucesso no campo tecnológico, vide:

Acontece que a estatística quântica leva a consequências importantes para uma compreensão essencial das propriedades da matéria e também para a construção tecnológica de novos dispositivos. (Diz-se que 30% do PIB dos Estados Unidos derivam de indústrias com base quântica: semicondutores, lasers etc.) (POLKINGHORNE, 2011, p. 76).

Mas a dificuldade de utilização de extrapolações interpretativas do formalismo quântico para o mundo macroscópico permeia a Teoria Quântica desde seu início.

Constitui um desafio futuro o aprofundamento do aspecto filosófico das características quânticas da informação em comparação com outras correntes como o realismo e o construtivismo, trazendo novas contribuições à reflexão.

Outras interpretações da Teoria Quântica que não a de Copenhague também podem alterar os entendimentos, como a dos muitos mundos.

Novas reflexões e testes do conceito de informação construído na tese também podem levar a novos estudos. A pergunta 'sem um ser vivo não há informação?' seria uma dessas reflexões. Para a tese a resposta é não, pois informação é o resultado da relação de um ser vivo com a energia. Uma estrela que não chega luz na terra não existe enquanto informação, enquanto possibilidade de

relação. Dois átomos sem um ser vivo não geram informação. Eles existem? Dentro do positivismo não é possível tratar cientificamente o que não pode ser medido. A existência sem possibilidade de coleta de informação é filosófica. Essas questões e suas respostas permanecem como estímulo às novas reflexões.

Um futuro exercício de extrapolação do objeto informacional aparece como interessante. A identificação da possibilidade da aderência do discurso de interpretação de um objeto informacional para os objetos informacionais em geral, pode contribuir para os fundamentos da própria Ciência da Informação.

No campo da Ciência da Computação tem-se a possibilidade de entendimento da diferença de aquisição e mensuração da informação. Aquisição é uma relação de energia, mensuração uma relação energia com seres vivos, que é igual a informação. Aquisição não gera informação sem mensuração. Tal consideração pode ter implicações práticas na modelagem de sistemas de software, bem como na engenharia de requisitos.

Ainda no campo da computação o fenômeno dos grandes volumes de informação (*BigData*) pode ser avaliado e interpretado pelo viés dos assuntos tratados na tese, visto que dados desconexos, mas que depois passam a fazer sentido podem ter ligação com a questão do emaranhamento.

Para o avanço mas questões ligadas à arquitetura da informação, tem-se como possibilidade a reflexão sobre os elementos da Figura 2.8, além da 'Forma', como a 'Manifestação', o 'Contexto', e o 'Significado'. Como eles podem alterar a descrição do objeto? Isso exercerá influência na descrição do comportamento do objeto informacional?

As relações semânticas advindas da discussão da arquitetura de informação podem ser ampliadas pelo aprofundamento em questões ligadas a ontologias, inserindo a reflexão sobre contextos da Teoria Quântica na formulação de conceitos e uso de linguagens.

Finalmente, o aspecto biológico e cognitivo dos seres vivos em relação às características quânticas da informação pode e deve ser objeto de outros estudos, visto que o escopo da tese teve, desde seu início, a restrição de aprofundamento desta acepção.

## 6 Referências

- ANCIB. Periódicos em Ciência da Informação. **Portal ANCIB**, 2014. Disponível em: <[http://dci.ccsa.ufpb.br/lti/?Revistas\\_Brasileiras\\_em\\_Ci%EAncia\\_da\\_Informa%E7%E3o](http://dci.ccsa.ufpb.br/lti/?Revistas_Brasileiras_em_Ci%EAncia_da_Informa%E7%E3o)>. Acesso em: 10 setembro 2014.
- ARAÚJO, C. A. A. A ciência da informação como ciência social. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n.3, p. 21-27, set./dez. 2003.
- BARROW, J. D. **O mundo dentro do mundo: Viagem à fronteira do espaço e do tempo**. Lisboa: Gradiva, v. Coleção Ciência Aberta, 1998.
- BATES, M. The invisible substrate of information science. **Journal of the American Society for Information Science**, 50, n. 12, 1999. 1043-1045.
- BATES, M. Information and Knowledge: An Evolutionary Framework for Information Science. **Information Research**, v. 10, n. 4, jul. 2005.
- BAWDEN, D. Information (and documentation) in the multiverse. **Journal of Documentation**, 61, 5, 2005.
- BAWDEN, D. Information as self-organized complexity; a unifying viewpoint. **Information Research - Proceedings of the Sixth International Conference on Conceptions of Library and Information Science**, 12 (4) paper COLIS 31, oct. 2007. 1-7. Disponível em: <<http://InformationR.net/ir/12-4/colis/colis31.html>>.
- BAWDEN, D. Organised complexity, meaning and understanding: An approach to a unified view of information for information science. **Aslib Proceedings: New Information Perspectives**, 59 (4/5), 2007. 307-327. Disponível em: <[www.emeraldinsight.com/0001-253X.htm](http://www.emeraldinsight.com/0001-253X.htm)>.
- BAWDEN, D. Really big questions, and the meaning of documentation. **Journal of Documentation**, 64, 5, 2008.
- BAWDEN, D.; ROBINSON, L. "Deep down things": in what ways is information physical, and why does it matter for information science? **Information Research - Proceedings of the Eighth International Conference on Conceptions of Library and Information Science**, 18 (3) paper COLIS03, sep. 2013. 1-10. Disponível em: <<http://InformationR.net/ir/18-3/colis/paperC03.html>>.

- BELKIN, N. J. Information concepts for information science. **Journal of Documentation**, London, 34, n.1, 1978. 55-85.
- BIOLCHINI, J. C. A. Semântica e Cognição em Bases de Conhecimento: do vocabulário controlado à ontologia. **DataGramZero**, v.2 n.5, outubro 2001. 13.
- BOHR, N. **Física Atômica e Conhecimento Humano: Ensaio 1932-1957**. Rio de Janeiro: Contra-ponto, 1995.
- BORKO, H. Information science: what is this? **American Documentation**, v. v. 19, p. 3-5, 1968.
- BRANDÃO, C. O.; DUQUE, C. G. Comunicação científica contemporânea e de vanguarda. In: ORG. DUQUE, C. G. **Ciência da Informação estudos e práticas**. Brasília: Centro Editorias, 2011. p. 270.
- BROOKES, B. C. The foundations of information science. Part I. Philosophical aspect. **Journal of information Science**, n. 2, 1980. 125-133.
- BUCKLAND, M. K. Information as thing. **Journal of the American Society for Information Science**, 42, n.5, 1991. 351-360.
- BUCKLAND, M. K. The landscape of Information Science: The American Society for Information Science at 62. **Journal of the American Society for Information Science**, 50, n. 11, 1999. 970-974.
- BUDD, J. M. Re-conceiving information studies: a quantum approach. **Journal of Documentation**, 69, 4, 2013. 567-579. Disponível em: <[www.emeraldinsight.com/0022-0418.htm](http://www.emeraldinsight.com/0022-0418.htm)>.
- BUSH, V. As We May Think. **The Atlantic Monthly**, jul. 1945. Disponível em: <[http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/?single\\_page=true](http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/?single_page=true)>. Acesso em: 23 mar. 2014.
- CAMPOS, L. F. D. B.; VENÂNCIO, L. S. Perspectivas em (in)formação: tendências e tensões entre abordagens físicas, cognitivistas e emergentes. **TransInformação**, Campinas, v. 19, n.2, p. 107-118, mai./ago. 2007.
- CAPRA, F. **O Tao da Física: Um paralelo entre a Física Moderna e o Misticismo Oriental**. 21ª. ed. São Paulo: Cultrix, 1999.

CAPURRO, R. **Epistemologia e Ciência da Informação**. V Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Belo Horizonte: [s.n.]. 2003. Tradução de CABRAL, A.M.R. et al.

CAPURRO, R.; HJØRLAND, B. O conceito de informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n.1, p. 148-207, abr 2007.

CAVALCANTE, G. V.; LIMA-MARQUES, M. Contribuições da Ciência da Informação para a Ciência das Redes. **Revista Ibero-americana de Ciência da Informação (RICI)**, 1, n. 2, jul./dez. 2008. 139-149.

CLYDE, L.. The basis for evidence-based practice: evaluating the research evidence. **New Library World**, 107 (1224/1225), 2006. 180-192. Disponível em: <[www.emeraldinsight.com/0307-4803.htm](http://www.emeraldinsight.com/0307-4803.htm)>.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. Mais de 16 mil linhas telefônicas estão sendo monitoradas no país, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.cnj.jus.br/albuns/96-noticias/9636-mais-de-16-mil-linhas-telefonicas-estao-sendo-monitoradas-no-pais>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Justiça em números 2013: ano-base 2012**. CNJ. Brasília, p. 346. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Pedido de Providências nº 1328/2012-95 por parte do Conselho Federal da Ordem dos Advogados do Brasil**. [S.l.], p. 110. 2013.

CONSULTOR JURÍDICO. Trezentos mil brasileiros estão com telefone grampeado, 27 out. 2007. Disponível em: <[http://www.conjur.com.br/2007-out-27/trezentos\\_mil\\_brasileiros\\_telefone\\_grampeado](http://www.conjur.com.br/2007-out-27/trezentos_mil_brasileiros_telefone_grampeado)>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CREASE, R. P. **Os 10 mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

DAHLBERG, I. Teoria do Conceito. **Ciência da Informação**, v. 7.n.2, p. 101, 1978. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/cienciadainformacao/index.php/ciinf/article/view/1680>>. Acesso em: abr. 2012.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da Informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998.

D'AZEVEDO, M. C. **Teoria da Informação**: Fundamentos biológicos, físicos e matemáticos. Relações com a Cultura de Massas. Petrópolis: Vozes / Co-edição URGs, v. 5 - Coleção Meios de Comunicação Social, 1971.

DENDRINOS, M. Philosophical Views about Digital Information and Relational Schemata. **Library Philosophy and Practice**, 9 (1), 2006. 1-16.

DÍGITRO LTDA. Dígitro - Inteligência, 2014. Disponível em: <<http://digitro.com.br/pt/index.php/solucoes-e-produtos/todas-solucoes/inteligencia>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

EPSTEIN, I. **Teoria da Informação**. 2ª. ed. São Paulo: Ática, v. 35 Série Princípios, 2003.

EUFRAUSINO, C. C. V. Profundidade superficial e superficialidade profunda: o dilema da pesquisa em ciências humanas entre a disciplinaridade e a interdisciplinaridade. **Em Questão**, Porto Alegre, 14, n. 1, jan./jun. 2008. 107-123.

EUGÊNIO, M.; FRANÇA, R. O.; PEREZ, R. C. Ciência da Informação sob a ótica paradigmática de Thomas Kuhn: elementos de reflexão. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, 1, n. 1, jan./jun 1996. 27-39.

FARRADANE, J. The nature of information. **Journal of Information Science**, London, v. 1, n. 3, p. 13 – 17, 1979.

FEDERAÇÃO NACIONAL DOS POLICIAIS FEDERAIS. Operação Satiagraha : Mais de 100 mil interceptações, 27 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.fenapef.org.br/fenapef/noticia/index/19847>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

FLORIDI, L. On defining library and information science as applied philosophy of information. **Social Epistemology**, 16 n. 1, 2002. 37-49. Postfácio: A Biblioteconomia e a Ciência da Informação como Filosofia da Informação Aplicada: Uma reavaliação. Tradução para fins didáticos: Professor Tarcísio Zandonade.

FOLHA DE SÃO PAULO. Acesso ao Guardião da PF pela Abin gera polêmica, 12 nov. 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/poder/2008/11/466798-acesso-ao-guardiao-da-pf-pela-abin-gera-polemica.shtml>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, V. 33, n. 3, 2004. 10.

GIBSON ET AL. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. **Science**, 329 - 5987, jul. 2010. 52-56. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/329/5987/52.abstract>>.

GLEICK, J. **A Informação: uma história, uma teoria, uma enxurrada**. 1ª. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

GLEISER, M. **Criação Imperfeita: Cosmo, vida e o código oculto da natureza**. Rio de Janeiro: Record, 2010.

GOMES, L. F.; SÍLVIO, M. **Interceptação Telefônica: Comentários à Lei 9.296, de 24.07.1996**. 2ª. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

GONZALEZ, M. N. Luciano Floridi e os problemas filosóficos da informação: da representação à modelização. **InCID**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 1, jan./jun. 2013. 03-25.

HAWKING, S.; MLODINOW, L. **Uma nova história do tempo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HAWKING, S.; MLODINOW, L. **O Grande Projeto: Novas respostas para questões definitivas da vida**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

HJØRLAND, B. Documents, memory institutions and Information Science. **Journal of Documentation**, 56, n. 1, January 2000. 27-41.

HJØRLAND, B. Concept Theory. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, 60 (8), 2009. 1519-1536.

I-LUMINAS LTDA. **Rotina de Interceptações Telefônicas Judiciais**. Relatório interno. 2012.

INGWERSEN, P. **Information Retrieval Interaction**. Electronic Version. ed. London: Taylor Graham, v. Chapter 1, 2002. 1-14 p.

KAZANJIAN, M. M. Tomorrow's Library: the Building, Online Access, and Classroom. **Library Philosophy and Practice**, 9 (1), 2006. 1-14.

KLEIN, É. **A Física Quântica**. Lisboa: Instituto Piaget, v. Coleção Biblioteca Básica de Ciência e Cultura, 2000.

LE COADIC, Y.-F. **A Ciência da Informação**. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 1996.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** São Paulo: Editora 34, 1993.

LOYD, S.; JACK NG, E. Computador Buraco Negro. **Scientific American Brasil**, v. 31, p. 48-57, dez. 2004.

MA, L. Some Philosophical Considerations in Using Mixed Methods in Library and Information Science Research. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, 63 (9), 2012. 1859-1867.

MA, L. Is information still relevant? **Information Research - Proceedings of the Eighth International Conference on Conceptions of Library and Information Science**, 18 (3) paper COLIS33, sep. 2013. 1-11. Disponível em: <<http://InformationR.net/ir/18-3/colis/paperC33.html>>.

MARCONDES, C. H. O papel das relações semânticas na organização e representação do conhecimento em ambientes digitais. In: SILVA, F. C. C. D.; SALES, R. D. (. ). **Cenários da organização da Informação: linguagens documentárias em cena.** Brasília: Thesaurus, 2011. p. 129-168.

MARQUES, S. C. A. **Vamos fazer uma tese?** São Paulo: Avercamp, 2012.

MATHEUS, R. F. Rafael Capurro e a filosofia da informação: abordagens, conceitos e metodologias de pesquisa para a Ciência da Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 140-165, jul./dez. 2005.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano.** Campinas: Psy II, 1995.

MAYNARD SMITH, J.; SZATHMÁRY, E. **The Origins of Life. From the birth of life to the origin of language.** New York: Oxford Press, 1999.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PIAUÍ. Modelo de pedido de interceptação telefônica, 2011. Disponível em: <[http://www.mp.pi.gov.br/internet/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=1212:modelo-de-pedido-de-interceptao-telefônica&id=199:interceptao-telefônica&Itemid=132](http://www.mp.pi.gov.br/internet/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=1212:modelo-de-pedido-de-interceptao-telefônica&id=199:interceptao-telefônica&Itemid=132)>. Acesso em: 24 mar. 2014.

MONTEIRO, S.; CARELLI, A.; PICKLER, M. E. Representação e memória no ciberespaço. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 115-123, set./dez. 2006.

MORILLO, J. P. De la comunicación documental informativa a la comunicación cognoscitiva. Perspectivas teóricas de los procesos de mediación en las organizaciones de conocimiento. **Documentación de las Ciencias de la Información**, v. v. 29, p. 69-89, 2006.

O Livro da Filosofia. São Paulo: Globo, 2011.

ØROM, A. Information Science, historical changes and social aspects: A Nordic outlook. **Journal of Documentation**, v. 56, n. 1, p. 12-26, jan. 2000.

ORSI, C. Da incerteza ao teletransporte. **DataGramZero**, v.3 n.6 Seção Cartas & Colunas, dezembro 2002. 4. Disponível em: <[www.dgz.org.br/dez02/Ind\\_com.htm](http://www.dgz.org.br/dez02/Ind_com.htm)>.

PAGELS, H. R. **O Código Cósmico: A Física Quântica como linguagem da natureza**. Lisboa: Gradiva, v. 10 - Coleção Ciência Aberta, 1986.

PEREIRA JÚNIOR, A. A física quântica é relevante para o entendimento da mente? **Revista Eletrônica Informação e Cognição**, v.3, n.1, 2001. 1.

PESSOA JÚNIOR, O. **Conceitos de Física Quântica**. 3ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

PINHEIRO, L. V. R.; LOUREIRO, J. M. M. Traçados e limites da ciência da informação. **Ciência da Informação**, 24, n. 1, 1995.

PIWOWARSKI, B.; AMINI, M. R.; LALMAS, M. On Using a Quantum Physics Formalism for Multidocument Summarization. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, 63 (5), 2012. 865–888.

POLKINGHORNE, J. C. **Teoria Quântica**. Porto Alegre: L&PM, 2011.

RAYWARD, W. B. The History and Historiography of Information Science: Some Reflections. **Information Processing & Management**, 32, n. 1, 1996. 3-17.

RIBEIRO, H. D. M. Uma Revisão da Teoria Quântica da Consciência de Penrose e Hameroff. **Revista Eletrônica Informação e Cognição**, v.3, n.1, 2001. 108-125.

ROBINSON, L. As long as we don't pretend that it is science? **Journal of Documentation**, 70, 1, 2014.

RODRIGUES, M. E. F. Os Paradigmas da Ciência e seus Efeitos na Composição dos Campos Científicos: a Instituição da Ciência da Informação. **DataGramZero**, v.11 n.4, agosto 2010. 15.

RODRIGUES, M. E. F.; DUMONT, L. M. M. A Lógica da Organização e Distribuição do Conhecimento na Universidade: implicações no processo de ensino-aprendizagem, em especial, nas áreas de Biblioteconomia e Ciência da Informação. **DataGramZero**, v.5 n.2, abril 2004. 12.

ROZADOS, H. B. F. A Ciência da Informação em sua Aproximação com as Ciências Cognitivas. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 9, n.1, p. 79-94, jan./jun. 2003.

RUSSEL, B. **Os Problemas da Filosofia**. Coimbra: Almedina, 2001.

SALDANHA, G. S. Thomas Kuhn na epistemologia da Ciência da informação: uma reflexão crítica. **Informação & Informação**, Londrina, v. v.13, n.2, 2008.

SALES, R. Representação de domínios em Biblioteconomia e Arquivística. In: SILVA, F. C. C. D.; SALES, R. D. ( . ). **Cenários da organização da Informação: linguagens documentárias em cena**. Brasília: Thesaurus, 2011. p. 45-70.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, 1, jan./jun. 1996. 41-62.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **The Bell System Technical Journal**, 27, jul. - oct. 1948. 379-423, 623-656. Disponível em: <<http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf>>.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois, 1949.

SIEGRIFIED, T. **O Bit e o Pêndulo: A nova física da informação**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

SIQUEIRA, A. H. D. **Arquitetura da Informação: Uma proposta para fundamentação e caracterização da disciplina científica**. Tese de Doutorado: Universidade de Brasília, 2012.

SKARE, R. Complementarity – a concept for document analysis? **Journal of Documentation**, 65, 5, 2009. 834-840. Disponível em: <[www.emeraldinsight.com/0022-0418.htm](http://www.emeraldinsight.com/0022-0418.htm)>.

SOBRINHO, A. C. P. A memória e o conceito de bit quântico. **DataGramZero**, v.13 n.3, junho 2012. 8.

SOUZA, F. D. C. D. O Modelo Educacional e seu Impacto sobre a Dimensão Pedagógica da Ciência da Informação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 123-142, jan./jun. 2004.

SOUZA, J. D. Cachoeira via em Demóstenes porta para Dilma. **Blog do Josias**, 05 abr. 2012. Disponível em: <<http://josiasdesouza.blogosfera.uol.com.br/2012/04/05/cachoeira-via-em-demostenes-porta-para-dilma/>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

STEINMETZ, E. et al. **Pontos convergentes entre Ciência da Informação, Teoria da Relevância e Multimodalidade**. VI Encontro Ibérico EDICIC - Globalização, Ciência, Informação. Portugal: Universidad de León. 2013. p. 528-541.

STF. Supremo Tribunal Federal, 2014. Disponível em: <[www.stf.jus.br](http://www.stf.jus.br)>. Acesso em: 16 abr. 2014.

STF RE 625.263. **Supremo Tribunal Federal. Repercussão Geral no Recurso Extraordinário 625.263**. [S.l.]: [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/processo/verProcessoPeca.asp?id=168538263&tipoApp=.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2014.

STJ, HC 160.662/RJ, 5ª T., REL. MIN. ASSUSETE MAGALHÃES, DJE 17/03/2014. [S.l.].

STOPANOVSKI RIBEIRO, M.; ARAÚJO JR., R. H. D. **Características Naturais da Informação**: Visão interdisciplinar da Ciência da Informação com a Física e a Biologia. XII ENANCIB - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Brasília: [s.n.]. 2011.

SUNTECH. **Vigia**, 2014. Disponível em: <<http://www.suntech.com.br/pt/solucoes/lawful-interception/vigia/>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. 1ª Turma nega pedido para transcrição de 40 mil horas de interceptação telefônica, 13 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=245515>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

TARAPANOFF, K.; ARAÚJO JÚNIOR, R. H. D.; CORMIER, P. M. J. Sociedade da informação e inteligência em unidades de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, 29 (3), dez. 2000. 91-100.

TRF-MS, 59.657/GO, SEC. 2ª, REL. DES. FED ÍTALO MENDES, DJ 22/06/2007. [S.I.].

WEISSINGER, T. Information as a Value Concept: Reconciling Theory and Practice. **Library Philosophy and Practice**, 8 (1), 2005. 1-12. Disponível em: <libr.unl.edu:2000/LPP/lppv8n1.htm>.

WERSIG, G.; NEVELING, U. The phenomena of interest to information science. **The Information Scientist**, v. 9, n.4 , 1975.

WHEELER, J. Information, physics, quantum: The search for links. In: ZUREK, W. **Complexity, Entropy, and the Physics of Information**. [S.I.]: [s.n.], 1990. p. 310-336.

WIENER, N. E. A. **Colóquios Filosóficos Internacionais de Royanmont. O conceito de informação na ciência contemporânea**. Tradução de Maria Acelar Kuhner. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

WILSON, T. Review: Proceedings. CoLIS 2 Second International Conference on Conceptions in Library and Information Science. **Information Research**, 1996. 1-2. Disponível em: <<http://www.informationr.net/ir/reviews/revs013.html>>.

WILSON, T. D. Recent trends in user studies: action research and qualitative methods. **Information Research**, 5 (3), apr. 2000. 1-18. Disponível em: <<http://informationr.net/ir/5-3/paper76.html>>.

ZEILINGER, A. **A face oculta da natureza - O novo mundo da física quântica**. Rio de Janeiro: Globo , 2005.

ZEN, A. M. D. Imaginário & ciência: novas perspectivas do conhecimento na contemporaneidade. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 17-26, jul./dez. 2011.

ZIMMERMANN, R. E. An Integral Perspective of Social Action: Imagining, Assessing, Choosing (Onto-epistemology of Networks). **International Review of Information Ethics**, 18, dez. 2012. 226-240.