



XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB)

GT 1 – Estudos Históricos e Epistemológicos da Ciência da Informação

A REDUÇÃO AO SISTEMA COMO OPERAÇÃO EPISTÊMICA NA PESQUISA DESCRITIVA E EXPLICATIVA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

REDUCTION TO THE SYSTEM AS EPISTEMIC OPERATION IN INFORMATION SCIENCE DESCRIPTIVE AND EXPLANATORY RESEARCH

Vinícius Medina Kern¹, Luciana Mara Silva², Paula Balbis Garcia³, Letícia Silvana dos Santos Estácio⁴, Wemylinn Giovana Florencio Andrade⁵, Marta Denisczwicz⁶, Leonardo Lima Günther⁷, Robson Garcia Formoso⁸

Modalidade da apresentação: Comunicação Oral

Resumo: A redução ao indivíduo ou átomo, típica da ciência analítica, disciplinar, ganhou o apodo “reducionismo” para denunciar sua inadequação para abordar problemas concretos e complexos. O sistemismo de Mario Bunge critica a redução disciplinar, mas também a “redução ao todo” das abordagens holistas, que negam a possibilidade de analisar para explicar. Este artigo objetiva apresentar a redução ao sistema, operação epistêmica fundamental do sistemismo, com ênfase em sua aplicação na ciência da informação. Os fundamentos do sistemismo são descritos, especialmente seu metamodelo de sistema CESM ou *composition-environment-structure-mechanism*, base da redução sistemista. Uma disciplina de pós-graduação que estuda e aplica o CESM é apresentada, incluindo um método de modelagem em desenvolvimento, ilustrado com a elaboração de modelos no contexto da ciência da informação. Com isso, buscamos evidenciar o potencial do sistemismo para estudar efeitos sistêmicos, inclusive os contraintuitivos, em melhores condições que sob abordagens reducionistas ou antirreducionistas.

Palavras-chave: Sistemismo. Modelo CESM de sistema. Epistemologia. Realismo científico. Interdisciplinaridade.

¹ Docente do PGCIN e PPGECC/UFSC, bolsista CNPq PQ-2 Artes, Ciência da Informação e Comunicação.

² Bibliotecária da Unisul e doutoranda no PGCIN/UFSC.

³ Doutoranda no PGCIN/UFSC, bolsista CAPES.

⁴ Doutoranda no PGCIN/UFSC.

⁵ Mestranda no PGCIN/UFSC, bolsista CAPES.

⁶ Mestranda no PGCIN/UFSC, bolsista CAPES.

⁷ Mestrando no PGCIN/UFSC, bolsista CAPES.

⁸ Mestrando do PPGECC/UFSC.



Abstract: The scientific reduction to the individual or atom, typical of analytical, disciplinary science, earned the derogatory designation “reductionism” to denounce its inadequacy to deal with concrete, complex problems. Bunge's systemism is a worldview at variance with reductionism, but also with the “reduction to the whole” of holistic approaches that deny the possibility of explanation through analysis. This article presents the reduction to the system, a fundamental epistemic operation of systemism, with emphasis on its application to information science. We discuss the fundamentals of systemism, particularly its composition-environment-structure-mechanism, or CESM model, which frames systemist reduction. A graduate course on systemist research with CESM is presented, including a new modeling method, illustrated with students' models. We show how to explain systemic effects, even if counterintuitive, claiming that systemist research is in better conditions to do so than its rivals reductionism and holism.

Keywords: Systemism. CESM system model. Epistemology. Scientific realism. Interdisciplinarity.

1 INTRODUÇÃO

A redução é “uma operação epistêmica e, mais precisamente, um tipo de análise pelo qual o objeto reduzido se conjectura ou se demonstra que depende de algum outro, lógica ou ontologicamente anterior ao primeiro” (BUNGE, 2005, p. 191). Na filosofia, reduzir uma entidade *x* a uma entidade *y* “tipicamente implica que *x* é *nada mais que y* ou *nada sobre e além de y*” (VAN RIEL; VAN GULICK, 2016, ênfase no original).

O termo **redução**, na filosofia da ciência, é considerado sob diversas perspectivas e aspectos, tais como modelos de redução e explicação teleológica versus causalidade (VAN RIEL; VAN GULICK, 2016). Neste artigo, interessa destacar dois polos opostos dessa operação epistêmica: o reducionismo e o antirreducionismo, para mais adiante apresentar uma abordagem alternativa, que ao mesmo tempo as refuta e conjuga.

O reducionismo é associado ao individualismo filosófico ou atomismo, à estratégia cartesiana do “dividir para conquistar”, que muito inspirou a ciência analítica. O antirreducionismo é associado ao holismo, a tese segundo a qual “a totalidade determina as partes e o conhecimento dessas é desnecessário para compreender a totalidade” (BUNGE, 2005, p. 99).

O reducionismo e o antirreducionismo configuram um antagonismo clássico na filosofia da ciência. Neste artigo, debruçamo-nos sobre uma alternativa mais recente: a redução ao sistema característica do emergentismo ou sistemismo de Bunge (1979, 1997, 2003). Essa redução ao sistema é elaborada metodologicamente e ilustrada com modelos de sistemas de interesse da ciência da informação, buscando demonstrar, ou pelo menos exemplificar, a possibilidade de investigar e explicar fenômenos informacionais complexos, inclusive contraintuitivos desde o ponto de vista disciplinar.

A abordagem apresentada é compatível com a postura filosófica realista, frequentemente associada a estratégias de pesquisa “quantitativas”, malgrado essa designação equivocada (ÅSBERG; HUMMERDAL; DEKKER, 2011). Nesse sentido, representa uma alternativa para o embasamento teórico de pesquisas pouco identificadas às estratégias ditas “qualitativas” bastante comuns na área (e.g., HJØRLAND; ALBRECHTSEN, 1995; CAPURRO; HJØRLAND, 2003), associadas à filosofia relativista.

Trabalhos anteriores (KERN, 2011, SILVA; VIANNA; KERN, 2016) do grupo de autores exploraram os fundamentos do sistemismo como base teórico-metodológica para a ciência da informação. Neste artigo, tratamos da redução típica do sistemismo e de uma nova abordagem para elaborar essa redução, em desenvolvimento mediante pesquisas na pós-

graduação, no âmbito do grupo de pesquisa multiparadigmático Informação, Tecnologia e Sociedade (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/0253206695837277>).

A próxima seção estende a discussão sobre a oposição reducionismo-antirreducionismo, suas respectivas visões de mundo fundantes e o sistemismo como visão de mundo alternativa, ao mesmo tempo refutadora e conjugadora das anteriores. Na continuidade, descreve-se brevemente o modelo composição-ambiente-estrutura-mecanismo (CESM), segundo o qual se elabora a redução ao sistema. A metodologia e prática da redução aplicada à ciência da informação é apresentada juntamente com uma disciplina de pós-graduação a isso dedicada.

A discussão final procura explorar as dificuldades intrínsecas do processo de abstração que é a modelagem de sistemas apresentada. A principal contribuição do artigo é mostrar como a redução ao sistema pode ser aplicada à ciência da informação, ilustrando essa aplicação com a análise e explicação de um efeito sistêmico contraintuitivo num repositório institucional: a falência de sua função de disseminação da pesquisa institucional a partir de duas decisões inatacáveis sob o ponto de vista disciplinar: adotar o software mais usado (DSpace) e seu esquema de metadados padrão (Dublin Core). “Colocar todo fato social em seu contexto mais amplo (ou sistema)”, como postula Bunge (1997, p.458), implica abandonar a postura reducionista-disciplinar, pois os “problemas vêm em pacotes ou sistemas” (BUNGE, 2003, p.92), inclusive problemas de informação.

2 VISÕES DE MUNDO E REDUÇÕES

Volpato e outros (2013, p. 168) caracterizam o reducionismo como “explicar algo por meio de partes”. Segundo os autores, o reducionismo científico tenta explicar fenômenos biológicos por meio dos processos físico-químicos, aos quais os primeiros se reduzem, bem como explicar processos psicológicos a partir de fenômenos biológicos e físico-químicos, ou ainda explicar processos sociológicos a partir dos anteriores e assim por diante.

Na perspectiva reducionista, um todo é formado pela mera justaposição das partes. Rejeita-se a emergência de novas propriedades a partir de constituintes sem essas propriedades. Em sua forma mais radical, o reducionismo sustenta a crença de que “a redução é necessária e suficiente para explicar fenômenos complexos”; por exemplo, “a crença de que a realização do Projeto Genoma Humano resolverá de uma vez todos os enigmas da natureza humana” (BUNGE, 2005, p. 192). Nesse exemplo, reduz-se a natureza humana ao conteúdo do código genético, excluindo outros fatores individuais e também aspectos interpessoais e ambientais.

A visão de mundo ou ontologia que embasa o reducionismo é a individualista, de redução ao indivíduo ou átomo. É frequentemente associada à estratégia cartesiana de “dividir para conquistar”, apesar de Descartes (1996[1637], p. 23, grifo nosso) ter proposto “repartir cada uma das dificuldades que [...] analisasse em tantas parcelas quantas **fossem possíveis** e necessárias a fim de melhor solucioná-las”.

No individualismo, o julgamento sobre o que é **possível** dividir parece sempre afirmativo. Parcela-se somente conforme a necessidade, usando o termo de Descartes, ou conforme a **conveniência**, pois o reducionismo parece abraçar a vantagem de simplificar a complexidade à custa de reduzir o (atomicamente) irreduzível.

O individualismo está entre as abordagens filosóficas amplas que Bunge (2003) considera enviesadas, juntamente com o holismo, o ambientalismo e o estruturalismo, pelas razões seguintes:

- Individualismo: enfoca excessivamente a composição de um sistema e repudia a emergência de macropropriedades.
- Holismo: reconhece a existência de macroentidades, mas recusa a possibilidade de analisar para explicar.
- Ambientalismo: enfoca excessivamente o ambiente, em prejuízo da composição, estrutura e mecanismo de um sistema.
- Estruturalismo: trata as estruturas como se fossem coisas ou preexistissem a essas.

Cada uma dessas ontologias “tem um grão de verdade” (BUNGE, 2003, p. 39) que o sistemismo subordina, bem como falácias que o sistemismo evita. Dentre as quatro, porém, Bunge (2003) destaca o individualismo e o holismo por suas reduções opostas, que o sistemismo conjuga: o microrreducionismo ou redução ao átomo (que levou a pecha de “reducionismo”) e o macrorreducionismo ou redução ao todo não analisado. A Figura 1 sintetiza as características do sistemismo em contraste com o individualismo e o holismo.

Figura 1 - Três ontologias comparadas

Ontologia	Redução da realidade	Epistemologia	Metodologia	Slogan	Autores e ideias (exemplos)
Individualismo	Ao indivíduo (microrredução)	Racionalismo ou empirismo	Análise: microrredução	<i>Divide et impera.</i>	Cartesianismo; Adam Smith – o interesse individual é que move a economia e a sociedade; Karl Popper – o conhecimento humano resulta de conhecimentos individuais.
Holismo	Ao todo (macrorredução)	Intuicionismo	Síntese: macrorredução	<i>Conjuga et impera.</i>	Parmênides – “tudo é um”; Bertalanffy – teoria geral de sistemas; Luhmann – eliminação do indivíduo e reificação das instituições; gestaltismo.
Sistemismo	Ao sistema (modelo CESM)	Realismo científico	Análise e síntese	<i>Divide et conjuga.</i>	Newton, a quem coube reconhecer que o sistema solar é mais do que um agregado de corpos celestes; Tocqueville, analista histórico com visão sistêmica.

Fonte: Kern (2011) a partir de Bunge (2003, pp. 42, 43, 87, 113, 114, 118, 126).

Bunge (2000b) postula que o sistemismo retém as partes saudáveis do holismo e do individualismo ao combinar a síntese (macrorredução) e a análise (microrredução) em vez de tentar reduzir o macronível ao micronível ou vice-versa. A próxima seção descreve a redução ao sistema, bem como discute brevemente sua aplicação e inserção nos procedimentos de pesquisa guiados pelo sistemismo bungeano.

3 REDUÇÃO SISTEMISTA COM O MODELO CESM

Um sistema é um “objeto estruturado” (BUNGE, 2003, p. 35), um objeto complexo com propriedades inexistentes em seus componentes ou partes. Os postulados do sistemismo incluem a caracterização dessas propriedades como **emergentes** e a ideia de que nada existe permanentemente isolado; tudo é sistema ou componente de sistema (BUNGE, 2000a).

Bunge (2003) classifica os sistemas como ideais (sem energia) ou materiais (concretos, com massa-energia), mas considera essa dicotomia insuficiente, uma vez que há sistemas materiais que manipulam ideias. Assim, prefere uma tipologia não-classificatória, uma vez que há sistemas mistos entre os cinco tipos: natural, social, técnico, conceptual e semiótico. Considera, ainda, que são **artificiais** os sistemas técnicos, conceituais e semióticos, bem como as organizações sociais formais.

Buckland (2012) considera a ciência da informação uma ciência do artificial. Por esse critério, portanto, os sistemas que interessam à área são os artificiais, com ênfases variadas, conforme a especialidade, em aspectos técnicos, conceituais, semióticos e sociais.

“Objeto estruturado” é uma definição grosseira, embora correta, segundo Bunge (2003). O autor considera que uma caracterização mais abrangente e adequada de um sistema concreto σ é dada pelo modelo composição-estrutura-ambiente-mecanismo (CESM, do inglês *composition-environment-structure-mechanism*), representado pela quádrupla:

$$\mu(\sigma) = \langle C(\sigma), E(\sigma), S(\sigma), M(\sigma) \rangle \quad \text{onde...}$$

- **C** (composição): Coleção de todas as partes do sistema σ ,
- **E** (ambiente ou entorno): Coleção dos elementos que não pertencem a σ mas que atuam ou sofrem atuação por algum dos componentes;
- **S** (estrutura): Coleção de ligações ou vínculos entre os componentes e entre esses e elementos do ambiente de σ ; e
- **M** (mecanismo): Coleção de processos que fazem σ comportar-se como um sistema, um todo.

CESM é um metamodelo, uma descrição genérica de um modelo concreto qualquer. Composição, ambiente e estrutura são aspectos detectáveis, ao passo que o mecanismo, segundo Bunge (1997), é usualmente oculto e precisa ser conjecturado. A Figura 2 contém exemplos concisos de modelos de sistemas elaborados a partir desse metamodelo.

Figura 2 - Exemplos de modelos CESM

Sistema	Composição	Ambiente	Estrutura	Mecanismo
Comunidade linguística	Pessoas que falam a língua	Cultura(s) na(s) qual(is) se utiliza a língua	Relações de comunicação linguística	Produção, transmissão e recepção de símbolos
Empresa	Funcionários e gerência	Mercado e governo	Relações de trabalho entre componentes e entre esses e o ambiente	Atividades que resultam em produtos da empresa

Fonte: Compilado pelos autores a partir de Bunge (2003, p. 36).

Apesar da simplicidade do metamodelo, Bunge (2003) afirma que o CESM é inviável, pois exige identificar todas as partes e interações do sistema. É preciso modelar em certo nível da composição, ambiente, estrutura e mecanismo do sistema, configurando o modelo CESM reduzido:

$$\mu_{abcd}(\sigma) = \langle C_a(\sigma), E_b(\sigma), S_c(\sigma), M_d(\sigma) \rangle$$

onde os índices **abcd** referem-se a certos níveis **a** da composição, **b** do ambiente, **c** da estrutura e **d** do mecanismo. Por exemplo, nas ciências sociais estudam-se sistemas sociais compostos por indivíduos (nível individual e não celular ou mesmo dos componentes últimos no nível subatômico), vinculados por laços sociais (desprezando-se as atrações gravitacional e eletromagnética). Diferentes escolhas de nível levam a sistemas sociais distintos: família, partido político, clube etc.

A condução de pesquisa sob o sistemismo pressupõe a redução ao sistema. Dessa forma, a elaboração de um modelo descritivo dos aspectos detectáveis do sistema – composição, ambiente e estrutura – é uma etapa essencial dessa redução, incluída nas “regras metodológicas gerais” do sistemismo:

- M1. Colocar todo fato social em seu contexto mais amplo (ou sistema).
- M2. Dividir cada sistema em sua composição, ambiente e estrutura.
- M3. Distinguir os vários níveis de sistema e exibir suas relações.
- M4. Procurar os mecanismos que mantêm um sistema funcionando ou levam à sua decadência ou crescimento.
- M5. Ter razoável certeza de que o mecanismo proposto é compatível com as leis e as normas relevantes e conhecidas e, se possível, verificar a hipótese ou teoria mecanísmica manipulando experimentalmente as variáveis referidas.

M6. Mantidas as demais condições, preferir hipóteses, teorias e explicações mecanísmicas (dinâmicas) às fenomenológicas (cinemáticas) e, por sua vez, preferir essas descrições cinemáticas aos modelos de equilíbrio e às descrições de dados.

M7. Em caso do mau funcionamento do sistema, examinar todas as quatro fontes possíveis – composição, ambiente, estrutura e mecanismo – e tentar reparar o sistema alterando alguma ou todas as fontes. (BUNGE, 1997, p.458).

Bunge (1979, p. 8-9) reconhece que pode ser muito difícil identificar e modelar um sistema concreto, “particularmente se está fortemente acoplado a outros sistemas”, como é frequente nos sistemas artificiais de interesse da ciência da informação. Adverte, ainda, que modelar é um problema científico, não ontológico. Apesar disso, sua formulação metodológica, esboçada nas “regras gerais” acima, não inclui um procedimento detalhado para modelar sistemas de acordo com o CESM.

A necessidade de descrever a composição, ambiente e estrutura de um sistema levou à elaboração de um método de modelagem pelo grupo autor, ainda em desenvolvimento (SILVA; VIANNA; KERN, 2016). As bases teóricas e metodológicas do sistemismo vêm sendo estudadas e aplicadas, juntamente com o desenvolvimento metodológico, em uma disciplina de pós-graduação descrita a seguir.

4 REDUÇÃO E PESQUISA SISTEMISTA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Esta seção apresenta uma disciplina de pós-graduação dedicada ao estudo das bases teóricas e metodológicas da pesquisa sistemista. A redução ao sistema é foco dessa disciplina, cujos aspectos teórico-conceituais são apresentados na próxima subseção. A seguir, diversos casos de modelagem ilustram a aplicação das bases teórico-metodológicas na elaboração da redução ao sistema.

4.1 PESQUISA SISTEMISTA EM INFORMAÇÃO: UM CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO

A disciplina Pesquisa Sistemista em Informação foi proposta pelo primeiro autor deste artigo e lecionada pela primeira vez na pós-graduação em ciência da informação em 2013, com as características apresentadas na Figura 3. A origem da iniciativa está na percepção de que o sistemismo tem “poder heurístico e sistematizador”, conforme pleiteia Bunge (1997, p.457).

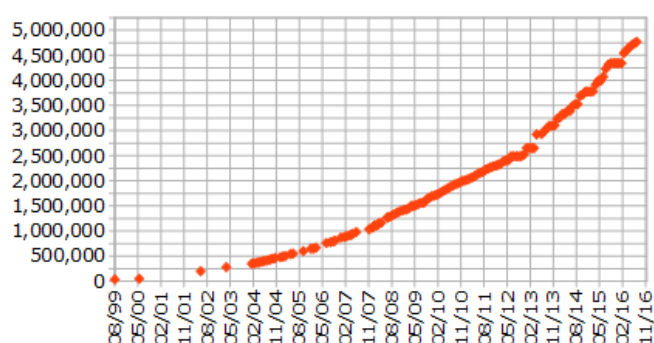
O poder heurístico e sistematizador parece residir em grande parte na simplicidade e clareza do modelo CESM. O modelo pareceu útil para enriquecer tentativas anteriores de explicar sistemas de informação muito complexos, como a Plataforma Lattes (PACHECO; KERN, 2003), na qual o crescimento exponencial da base de dados curriculares desde seu lançamento em 1999, ilustrado na Figura 4, é um dos fenômenos incomuns.

Figura 3 - Características gerais da disciplina Pesquisa Sistemista em Informação

Caráter	Nível	Carga horária	Ementa	Objetivo
Optativa	Mestrado e doutorado	45 h-aula (3 créditos)	Discute os fundamentos do sistemismo de Bunge e o articula como abordagem teórico-metodológica à Ciência da Informação. Apresenta seus postulados, regras gerais de pesquisa, as origens dos fatos sociais e o modelo de sistema CESM. Exercita a descrição e a investigação de sistemas de informação.	Compreender o sistemismo de Bunge como abordagem teórico-metodológica à Ciência da Informação; Descrever e sustentar com base na teoria concepções de sistemas de informação segundo o modelo de sistema CESM; Formular hipóteses mecanísticas de funcionamento de sistemas de informação e sustentá-las teoricamente.

Fonte: Os autores.

Figura 4 - Crescimento exponencial da base curricular da Plataforma Lattes desde 1999



Fonte: Plataforma Lattes (até 2005) e Portal Inovação (desde 2005)

Um embate terminológico precedeu a proposição da disciplina. Várias denominações talvez mais precisas foram abandonadas, por diversas razões:

- **Sistemas de informação:** O termo foi aprisionado pela ciência da computação (SILVA et al. 2014). É usualmente restrito a tecnologia ou a uma única função, como a recuperação (BUCKLAND, 1991). O tecnocentrismo equipara “sistema de informação” a “sistema técnico de informação” ou “software de informação”, alienando o subsistema social, tratando-o como mero objeto de entradas e saídas do “sistema”, isto é, software.
- **Sistemas de informação na web 2.0** (ou sociotecnológicos, ou sociotécnicos): O neologismo “2.0”, embora eficaz ao conotar a produção comunitária de algo, é pouco rigoroso e talvez caia rapidamente em desuso. “Sociotecnológico” é a característica do sistema cujas propriedades emergem da colaboração dinâmica de pessoas e agentes artificiais (FUCHS, 2005), mas também parece um neologismo sem perspectiva de firmar-se. “Sociotécnico” é um neologismo anterior, que reconhece o subsistema social, mas não conseguiu vencer a cisão entre os vieses técnico e social (SAWYER; CROWSTON, 2004).
- **Pesquisa** (ou Abordagem) **sistêmica em informação:** “Sistêmico” é um termo

desgastado, que conota intuicionismo, falta de rigor. Segundo Bunge (2003, p.113) “quando cientistas sociais rigorosos contemporâneos ouvem a palavra ‘sistema’, ficam propensos a sacar suas armas intelectuais”.

Foi adotada, afinal, uma denominação precisa e correta, embora pouco informativa, já que “sistemista” não é um termo corrente. De qualquer maneira, nos parece adequado abordar o embate terminológico, pois a terminologia discutível é comum talvez em qualquer área e certamente na ciência da informação – por exemplo, “biblioteca física” parece implicar que as bibliotecas digitais não o são; “profissional da informação” é um termo usado para profissionais da área, mas exclui jornalistas e desenvolvedores de software de informação, entre outros cujo trabalho é claramente focado na informação.

A disciplina contempla aspectos teórico-conceituais e práticos. A teoria e conceituação inclui a **demarcação bungeana**, os **fundamentos do sistemismo**, a **redução como operação epistêmica** e as **origens dos fatos sociais**.

A **demarcação científica** de Bunge (2005) qualifica uma ciência básica por meio de um sistema de dez características, estendendo em muito o critério popperiano da falseabilidade. É necessário haver uma comunidade científica que se comunica, uma sociedade que acolhe ou tolera as atividades da comunidade, um domínio ou universo de discurso da área, uma visão geral ou essência filosófica, uma base formal com teorias lógicas e matemáticas atualizadas, uma base específica com dados, hipóteses, teorias e métodos atualizados, uma problemática com problemas cognitivos exclusivos do domínio, um cabedal de conhecimentos atualizados e contrastáveis (falseáveis), os objetivos de pesquisa visando à sistematização em teorias e uma metódica escrutável e explicável, que parte do método científico geral.

Adicionalmente, é necessário haver pelo menos uma área contígua. A não-plenitude dessas características numa área específica permite qualificá-la, ainda segundo Bunge (2005), como protociência (economia, ciência política), ciência emergente (psicologia, sociobiologia) ou pseudociência (parapsicologia, psicanálise, psico-história).

Os **fundamentos do sistemismo** abordados incluem o estudo da emergência de novas propriedades e sistemas, bem como sua destruição, além de uma tipologia de sistemas e o modelo CESM. As **operações de redução**, suas classes e limites são abordados juntamente com as relações internas aos sistemas e as relações interníveis (i.e., entre níveis, por exemplo, a “pressão dos pares”, no mesmo nível de sistema, associada à cultura de um sistema social, macrosistema) necessárias para buscar explicações sistêmicas.

As **origens dos fatos sociais** dizem respeito a fatores ambientais (N), biopsicológicos (B), econômicos (E), políticos (P) e culturais (C). Qualquer fator dessa gama pode ser a origem

de um fato social, bom como se podem encadear ocorrências relativas a quaisquer fatores, caracterizando como multidimensionais os problemas sociais, cuja abordagem requer a convergência de diversas disciplinas (BUNGE, 2003).

Essa tipologia de fatores NBEPC é, também, referência para examinar o entorno do sistema na busca por itens ambientais, ao elaborar um modelo de sistema de informação – por exemplo, formulando perguntas como “Quais as entidades políticas no entorno do sistema?” ou “Quais os agentes e fatores econômicos relevantes ao sistema?”. A modelagem de sistemas, aspecto prático da disciplina, é discutida na próxima subseção.

4.2 MODELOS CESM DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A elaboração de modelos CESM de sistemas de informação é uma atividade de abstração que busca representar os elementos detectáveis do sistema (componentes, elementos do ambiente e ligações) para, posteriormente, conjecturar explicações sobre o funcionamento do sistema (mecanismos). Consta das seguintes etapas:

- Definição do sistema.
- Seleção de fonte(s) para a modelagem.
- Marcação de descritores no texto.
- Abstração da composição, ambiente e estrutura (CES) baseada na literatura.
- Abstração CES por peritos modeladores.
- Conjetura e formulação de mecanismos.

A **definição do sistema** requer escolher um sistema **de informação**, de preferência com seus elementos sociais, já que se trata de um curso em ciência da informação. Um sistema de informação restrito a tecnologia tem funcionamento determinístico, sem dinâmica social, portanto as técnicas de modelagem em computação seriam suficientes.

A **seleção de fontes** tem o objetivo de permitir uma modelagem rastreável, isto é, baseado na identificação explícita de elementos e não na **imaginação** de quem modela. A preferência é por textos críticos, que permitam investigar o sistema em profundidade, e enciclopédicos, que permitam abstrair em amplitude.

A **marcação de descritores** nos textos-fonte trata de identificar os termos potencialmente indicativos de elementos da composição, ambiente e estrutura do sistema. A Figura 5 mostra trechos de texto de seis projetos de modelagem, nos quais os termos em vermelho indicam componentes, em verde, itens do ambiente e em amarelo, ligações.

Figura 5 - Marcação de descritores em textos-fonte relativos a seis sistemas

Repositório institucional	Massive Open Online Courses (MOOCs)	Plataforma Lattes
[...] No primeiro caso, o conceito de RI está intrinsecamente vinculado ao Movimento do Acesso Livre, e seu conteúdo, 100% de artigos que passaram pelo crivo dos pares, preprints e/ou postprints. No segundo caso, o RI apresenta-se mais como estratégia de gestão de conteúdos intelectuais de uma instituição de pesquisa; consequentemente, seu conteúdo é bastante diversificado, e sem a necessária vinculação com os pares. O que os une, teoricamente, é uma infraestrutura tecnológica com padrão OA, que permite o autoarquivamento e que possibilita a preservação digital. O acesso livre é uma premissa, não um atributo: alguns RIs operam com perfis de acesso diferenciados, e em alguns casos restringem o acesso ao texto completo, provavelmente por questões de copyright. Fonte: http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/1342	Massive Open Online Courses or MOOCs is a term used to massively scalable online course that are generally available for anyone in the world to take for free with no formal entrance requirement. It is configured to make educational content openly available on the internet (Carmen Kazakoff-Lane, 2013). The early wave of MOOCs began around 2008 out of the Open Educational Resource movement of the UNESCO when National Research Council of Canada and University Professors George Siemens and Stephen Downes introduced the platform called as Connectivist MOOCs (cMOOCs) and emphasize both active student learning and knowledge creation using the Connectivist MOOCs (cMOOCs). Fonte: http://library.ifla.org/1390/1/124-mariano-en.pdf	Hoje o sistema disponibilizado pela Plataforma Lattes é referência em armazenamento de dados, cruzamento de informações, e já se tornou parte do cotidiano de trabalho daqueles que se envolvem nos projetos das principais agências de fomento e daqueles que estão engajados na área de pesquisa e docência em instituições de ciência e tecnologia. Programas de iniciação científica e tecnológica e programas de pós-graduação, especialmente, contam com a eficiência desse sistema para a avaliação de docentes e discentes em temas de currículo e avaliação de produtividade de modo a direcionar seus subsídios para determinados projetos e instituições. Fonte: http://plataformalattes.com.br/qual-importancia-plataforma-lattes/
Revisão por pares acadêmica	Invisible college	Sistema de informação marítima mercante
Peer-review systems and editorial policies differ greatly among scientific journals. Most journals publish detailed instructions for authors submitting manuscripts. But the responsibilities and expectations of authors, editors and reviewers would be clearer if all journals published their policies on editorial decision-making and peer review. Most medical journals have policies on author competing interests, but less than half have competing-interests policies for editors and reviewers, and only 12% or less publish editor or reviewer disclosures of competing interests. Establishing required, structured reporting for the disclosure of competing interests for all parties, as well as policies for handling conflicts when they arise, would ensure a more equitable and transparent peer-review process. Fonte: http://www.nature.com/nature/peerreview/debate/nature05007.html	Invisible college refers to intercommunicating scientific researchers who are working within a specified paradigm, or field of study that has some core issues in common. Invisible college refers to a community of scientists. It is the name applied by some philosophers, sociologists and historians of science to loose-knit but intercommunicating scientific research groups operating within a paradigm. Invisible colleges are usually conceptualised as communicating groups forming an unofficial network with an upper limit of around one hundred members. Invisible colleges operate on an implicit circuit of institutions, summer schools, and research centres. They serve to confer prestige and facilitate communication by operating on an interpersonal level. Fonte: http://www.qualityresearchinternational.com/socialresearch/invisiblecollege.htm	O Fundo da Marinha Mercante (FMM) é um fundo de natureza contábil destinado a prover recursos para o desenvolvimento da Marinha Mercante e da indústria de construção e reparação naval brasileiras. O FMM é administrado pelo Ministério dos Transportes, por intermédio do Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante (CDFMM), tendo como agentes financeiros o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e os demais bancos oficiais brasileiros. São recursos do fundo: a) parte do adicional ao frete para renovação da marinha mercante (AFRMM). Fonte: www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/investimentos/incentivos-fiscais/fundo-da-marinha-mercante

Fonte: Os autores

Os descritores marcados não são necessariamente elementos do sistema, pois o texto raramente se restringe ao nível de sistema que interessa modelar. Por isso, a próxima etapa é a **abstração CES baseada na literatura**, na qual são abstraídos os elementos do sistema identificados no texto, agrupando os descritores pertinentes, como mostra a Figura 6 para os mesmos sistemas anteriores.

A representação textual na Figura 6 pode ser vertida em forma gráfica. Por questões de espaço, apresentamos a versão gráfica de apenas um dos seis sistemas anteriores: “Repositório institucional”, na Figura 7. Essa representação permite reconhecer visualmente lacunas existentes no modelo, pois o sistema não deve ter elementos isolados. O resultado desta etapa é um modelo descritivo baseado na literatura a partir de um ou mais textos selecionados.

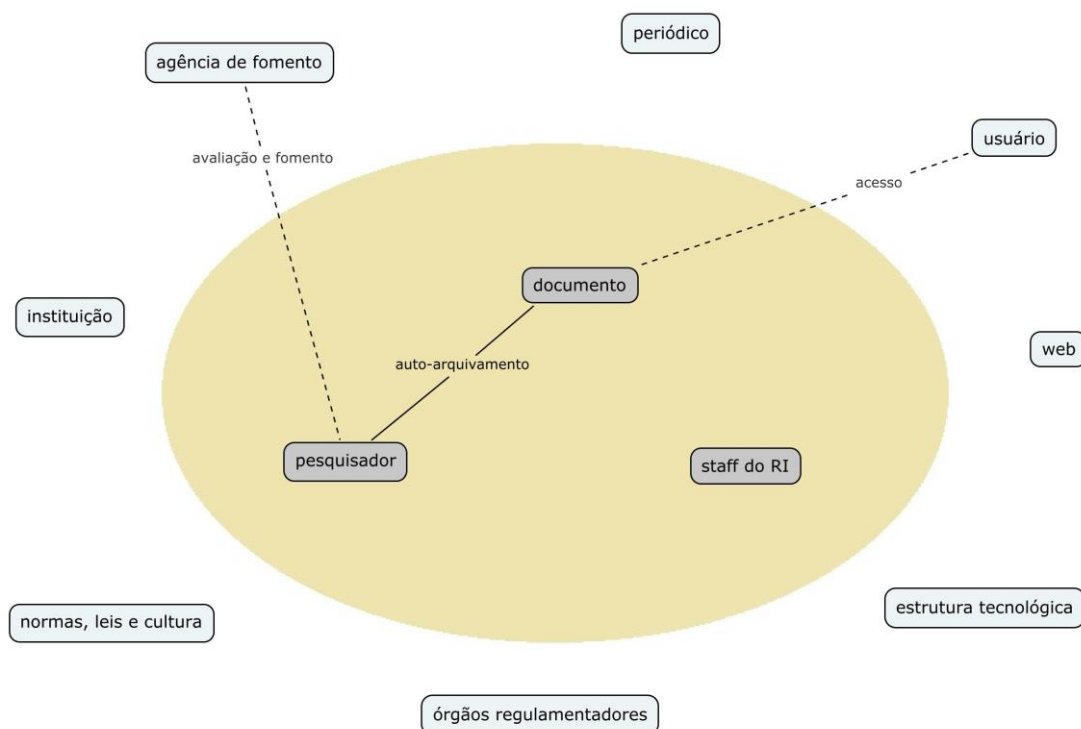
Figura 6 - Síntese de elementos do sistema a partir das marcações na Figura 5

Repositório institucional	Massive Open Online Courses (MOOCs)	Plataforma Lattes
<i>Componentes:</i> Documento [artigo, conteúdo, conteúdo intelectual, postprint, preprint, texto completo] <i>Itens do ambiente:</i> Instituição [instituição de pesquisa] Normas, leis e cultura [acesso livre, copyright, movimento do acesso livre, padrão OAI] Estrutura tecnológica [Infraestrutura tecnológica] Periódicos [crivo dos pares, pares] <i>Ligações:</i> autoarquivamento [autoarquivamento] acesso [acesso] curadoria [estratégia de gestão] preservação digital [preservação digital]	<i>Componentes:</i> Software gestor: [massively scalable, platform] Conteúdo: [educational content openly] <i>Itens do ambiente:</i> Normas, leis e cultura: online course, Open Educational Resource movement of the UNESCO, Connectivist MOOCs (cMOOCs), free with no formal entrance requirement, available on the Internet] Agentes: [anyone in the world, National Research Council of Canada, University Professors George Siemens and Stephen Downes] <i>Ligações:</i> Interação: [emphasize, active student learning, knowledge creation]	<i>Componentes:</i> Dados [dados, informações, currículo] Responsáveis pelo currículo [docentes, discentes] Software [cruzamento, cruzamento de informações] <i>Itens do ambiente:</i> Instituições [Instituições; Instituições de ciência e tecnologia; Programa de iniciação científica e tecnológica; Programa de pós-graduação] <i>Ligações:</i> Armazenamento [armazenamento, armazenamento de dados] Pesquisa [pesquisa] Avaliação de produtividade [Avaliação; Avaliação de produtividade; Avaliação de docentes e discentes] Recursos [subsídios]
Revisão por pares acadêmica	Invisible college	Sistema de informação marítima mercante
<i>Componentes:</i> Documento [Manuscrito] Editor [Editor] Autor [Autor] Revisor [Revisor] <i>Itens do ambiente:</i> Revista [Revistas científicas, revistas, revistas médicas] <i>Ligações:</i> Submissão [submeter] Tomada de decisão editorial [Tomada de decisão editorial] Interesses [Conflito, Conflito de interesses, Divulgação de conflitos de interesse]	<i>Componentes:</i> Comunidade de Cientistas [Researchers, Scientists, Scientific Researchers] <i>Itens do ambiente:</i> Instituição [Institutions, research centres, summer schools] <i>Ligações:</i> Comunicação [Communication, intercommunicating, network, Prestige]	<i>Componentes:</i> Dinheiro [AFRMM, FMM, recursos]. <i>Itens do ambiente:</i> Instituições e grupos empresariais [agentes financeiros, bancos oficiais, BNDES, CDFMM, indústria naval, Marinha Mercante]. <i>Ligações:</i> Gestão estatal [prover, administrado].

Fonte: Os autores

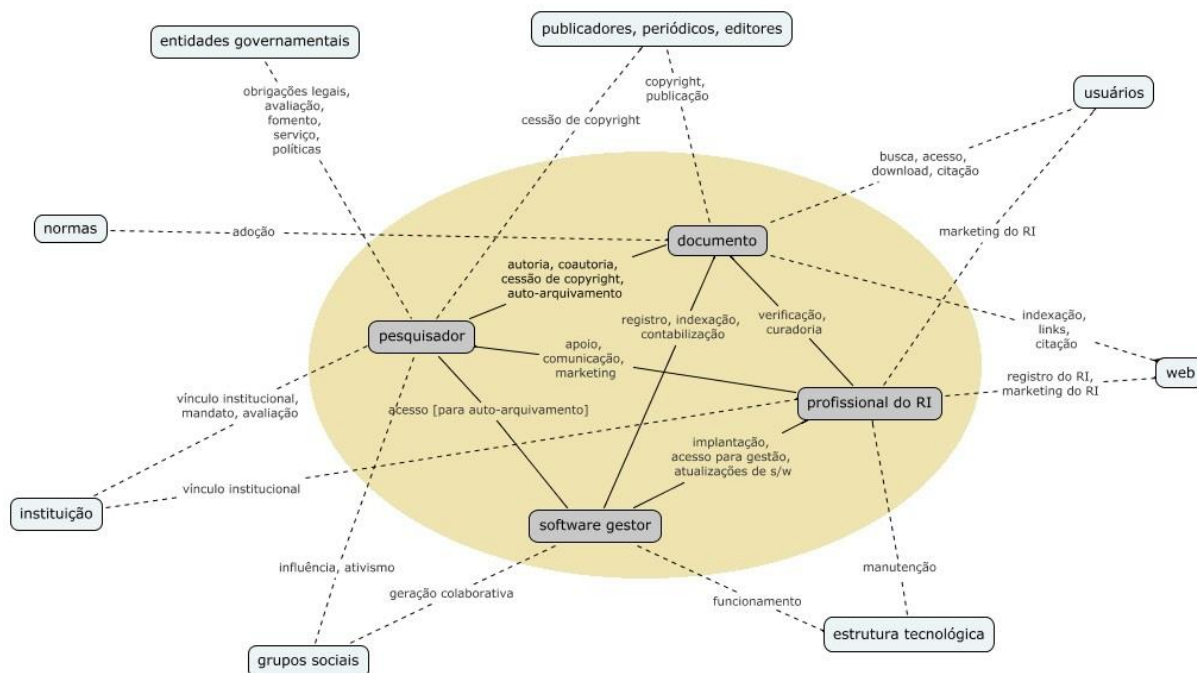
O modelo baseado na literatura é rastreável, porém dificilmente completo. A adição de mais textos-fonte não garante a completude do modelo. Dessa forma, é preciso completar a modelagem do sistema a partir da abstração CES por modeladores, preferentemente conhecedores peritos do sistema. A Figura 8 mostra um modelo completo de “Repositório institucional”, que cumpre a regra metodológica M2 – “Dividir cada sistema em sua composição, ambiente e estrutura” (BUNGE, 1997, p.458).

Figura 7 - Modelo CES parcial do sistema “Repositório institucional” a partir de um texto-fonte



Fonte: Silva (2014).

Figura 8 - Modelo CES completo do sistema “Repositório institucional”



Fonte: Silva (2014).

A **conjetura de mecanismos** requer imaginação e formulação de hipóteses de funcionamento. Diferentemente do modelo CES anterior, que deve ser abrangente por mapear aspectos detectáveis, não é plausível ambicionar uma identificação de todos os mecanismos de um sistema, que são ocultos. A conjetura de mecanismos é de difícil sistematização.

Bunge (2003) recomenda representar hipóteses de funcionamento por meio de diagramas de Boudon-Coleman, que são cadeias de eventos em mais de um nível de sistema, usualmente iniciando pelo macronível (M), que é o sistema em foco, e passando pelo micronível (m), dos indivíduos do sistema, retornando ao macronível. Dessa forma, explicações sistêmicas incluem verificar relações M-m, m-m, m-M e M-M, diferentemente de abordagens holistas, que só examinam relações M-M e M-m, e individualistas, que buscam explicações apenas em relações m-m e m-M (BUNGE, 2003).

A Figura 9 mostra um diagrama de Boudon-Coleman para um mecanismo de deterioração do sistema “Repositório institucional”: a morte da função de disseminação da pesquisa institucional pela restrição de acessos causada pela não-indexação dos documentos por motores de busca, notadamente o Google Acadêmico. Um evento no nível do sistema (M), a adoção do software gestor DSpace, leva a uma decisão relacionada aos átomos (m), no caso, os documentos depositados. Essa decisão tem consequência: a difícil indexação desses documentos (m) que resulta, no nível do repositório (M), numa “asfixia” de acessos.

Figura 9 - Diagrama de Boudon-Coleman para um mecanismo do sistema “Repositório institucional”



Fonte: Silva, Vianna e Kern (2016).

O mecanismo representado na Figura 9 segue a regra metodológica M4 (BUNGE, 1997), que prevê conjeturar os mecanismos de crescimento, manutenção e decadência. Sua verificação, prevista na regra M5, pode ser formulada como projeto de pesquisa. Nesse caso, porém, os resultados do estudo de Arlitsch & O’Brien (2012) servem como verificação: os autores mostraram que o uso do esquema de metadados Dublin Core em repositórios leva à indexação baixa ou nula.

Na disciplina Pesquisa Sistemista em Informação, os alunos cumprem atividades de pesquisa descritiva e explicativa. A pesquisa descritiva é a modelagem da composição, ambiente

e estrutura de um sistema de informação. A pesquisa explicativa é a formulação, ainda que em alto nível de abstração, de uma ou mais hipóteses de funcionamento, na forma de Diagramas de Boudon-Coleman. Essas duas atividades de abstração, apresentadas acima, permitem uma prática longitudinal da redução sistemista, da seleção de um sistema à descrição de seus aspectos detectáveis e daí à conjectura de hipóteses de funcionamento.

5 DISCUSSÃO

A abordagem metodológica para a modelagem de sistemas apresentada neste artigo está em desenvolvimento pelo grupo autor. Há dificuldades intrínsecas a qualquer atividade de abstração que podem, inclusive, impactar o refinamento do método de modelagem.

Ao elaborar um modelo CESM, como distinguir um componente de um não-componente? Por exemplo, interagentes em um sistema de informação (em sentido amplo, não-tecnocêntrico) na chamada Web 2.0 são também produtores do conteúdo, o que é argumento a favor de considerá-los componentes de um todo que produz e comunica conteúdo, diferentemente dos tradicionais usuários de software de informação, que são apenas consumidores e, dessa forma, podem ser considerados externos ao sistema de informação.

Dado que os mecanismos não são facilmente observáveis ou deduzíveis, há alguma estratégia que possa sistematizar a conjectura dos mecanismos? Vínculos ou ligações são relações que transformam os membros relacionados. São os casos de “conversa” e de “subordinação funcional”, mas não de “ser mais velho” ou “estar ao lado no elevador”. Quais outras diretrizes ou recursos metodológicos podem ser desenvolvidos para apoiar a abstração de ligações?

O que se deve considerar no entorno ou ambiente? O modelo conciso de **empresa** na Figura 2 aponta o mercado como elemento do entorno, mas o modelo de Sistema Nacional de Inovação (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 1999), ainda que não aponte o CESM nem qualquer base teórica para sua representação, distingue claramente os mercados fornecedor e consumidor como fatores ambientais. Conforme a Figura 10, o entorno do sistema tem o mercado consumidor caracterizado no fator ambiental “Condições de mercado de bens e serviços” e o mercado fornecedor, em “Condições de mercado de trabalho e insumos”.

Figura 10 - Sistema Nacional de Inovação



Fonte: Organisation for Economic Co-operation and Development (1999, p. 23)

Essa diferença ambiental entre os modelos de empresa e sistema nacional de inovação, tendo o primeiro apenas “mercado” como fator ambiental enquanto o outro distingue os mercados consumidor e fornecedor, pode ser devida ao nível de abstração em foco. Esses são exemplos do caráter intrínseco das dificuldades do processo de abstração. O método em desenvolvimento terá maiores chances de aceitação se dispuser de diretrizes que favoreçam tomar decisões de modelagem com clareza e acerto.

Além da dureza da tarefa cognitiva de abstrair, outro aspecto que costuma chamar atenção é a grande frequência com que diferentes modeladores chegam a decisões de modelagem distintas. Isso pode sugerir, ao desavisado, que a modelagem é marcada pela subjetividade.

Não é. Bunge (2005) distingue a **abstração** realista da **interpretação** subjetivista. Enquanto a primeira é contrastável via argumentos objetivos, a segunda, não. O fato de ser a tarefa intelectualmente árdua e pessoas diferentes discordarem ocasionalmente (ou frequentemente) não implica em subjetividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a redução ao sistema, operação epistêmica fundamental do sistemismo, aplicada à ciência da informação. Procuramos, também, demonstrar essa aplicação com exemplos, buscando evidenciar o potencial do sistemismo para construir explicações para fenômenos informacionais complexos, inclusive com efeitos imprevistos ou “surpreendentes” sob uma lógica causal imediata, direta.

A aceitação do sistemismo na ciência da informação é ainda incerta. Embora um estudo de Araújo (2009) aponte a teoria sistêmica como uma das correntes teóricas da área, o teórico mencionado é Bertalanffy, que Bunge não considera sistêmico, mas holista (da mesma forma que outros autores de teorias de sistemas). Um estudo abrangente sobre a epistemologia da área no Brasil (FREIRE, 2008) não menciona Bunge ou mesmo outras abordagens sistêmicas. Talvez o precoce e extremo otimismo de Shera ajude a explicar o atual descrédito das abordagens sistêmicas:

O valor da teoria geral dos sistemas para os bibliotecários está por ser testado, mas certamente ela promete uma revolução profunda na ciência e em outras áreas do pensamento e, agora, aparenta poder dar aos bibliotecários *insights* e compreensão que estiveram faltando por muito tempo (SHERA, 1973, p.94).

Para Bunge (2003, p.211), o sistemismo “não é uma teoria, mas uma abordagem aos problemas, e, assim, uma pista para toda uma família de teorias”. Pode ser referido, também, como uma teoria hipergeral que “só pode ser testada por meio das teorias testáveis que gera”.

Nesse sentido, Laudan (1989) afirma que o principal teste cognitivo de uma teoria qualquer está em avaliar sua efetividade como solução de certos problemas empíricos e conceituais. Procuramos, neste artigo, dar alguma evidência da potencial efetividade do sistemismo nesse sentido, bem como de sua tendência para evocar esforços de pesquisa interdisciplinares, uma vez que os problemas concretos raramente se ajustam ao âmbito disciplinar.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa teve apoio parcial do CNPq, Edital Universal 2013-2016, nº 487120/2013-2, e da CAPES, bolsa de estágio sênior no exterior 2015-2016, nº 5934-14-1.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. Á. Correntes teóricas da ciência da informação. **Ciência da Informação**, v. 38, n. 3, p. 192-204, dez. 2009.

ARLITSCH, K.; O'BRIEN, P. S. Invisible institutional repositories: addressing the low indexing ratios of IRs in Google Scholar. **Library Hi Tech**, v. 30, n. 1, p. 60-81, 2012.

ÅSBERG, R.; HUMMERDAL, D.; DEKKER, S. There are no qualitative methods—nor quantitative for that matter: the misleading rhetoric of the qualitative—quantitative argument. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 12, n. 5, p. 408-415, 2011.

BUCKLAND, M. **Information and information systems**. Westport, CT: Praeger, 1991.

BUCKLAND, M. What kind of science can information science be?. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 1-7, 2012.

BUNGE, M. **A world of systems**. Dordrecht: D. Reidel, 1979. 314p. (Treatise on basic philosophy; v.4. Ontology; 2)

BUNGE, M. **Diccionario de Filosofía**, 3a ed. en español. Traducción de María Dolores González Rodríguez. México, D. F.: Siglo XXI, 2005. 221 p.

BUNGE, M. **Emergence and convergence**: qualitative novelty and the unity of knowledge. Toronto: University of Toronto, 2003. 330 p.

BUNGE, M. Mechanism and explanation. **Philosophy of the Social Sciences**, v. 27, n. 4, p. 410-465, 1997.

BUNGE, M. Systemism: the alternative to individualism and holism. **Journal of Socio-Economics**, v. 29, n. 2, p. 147-157, 2000a.

BUNGE, M. Ten modes of individualism—none of which works—and their alternatives. **Philosophy of the Social Sciences**, v. 30, n. 3, p. 384-406, 2000b.

CAPURRO, R.; HJØRLAND, B. The concept of information. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 343-411, 2003.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996[1637]. 102 p.

FREIRE, I. M. Um olhar sobre a produção científica brasileira na temática epistemologia da ciência da informação. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 1, n. 1, p. 1-31, 2008.

FUCHS, C. The internet as a self-organizing socio-technological system. **Cybernetics and Human Knowing**, v. 12, n. 3, p. 57-81, 2005.

HJØRLAND, B.; ALBRECHTSEN, H. Toward a new horizon in information science: domain-analysis. **Journal of the American Society for Information Science** (1986-1998), v. 46, n. 6, p. 400, 1995.

KERN, V. M. O sistemismo de Bunge: fundamentos, abordagem metodológica e aplicação a sistemas de informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 12., 2011, Brasília. **Anais...** Brasília: Thesaurus, 2011. p. 2693-2709.

LAUDAN, L. From theories to research traditions. In: BRODY, B.; GRANDY, R. (eds.). **Readings in the Philosophy of Science**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1989, p. 368-379.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Managing national innovation systems**. Paris: OECD, 1999.

PACHECO, R. C. S.; KERN, V. M. Arquitetura conceitual e resultados da integração de sistemas de informação e gestão da ciência e tecnologia. **Datagramazero**, v. 4, n. 2, 2003.

SAWYER, S.; CROWSTON, K. Information systems in organizations and society: Speculating on the next 25 years of research. In: **Information systems research**. Boston: Springer, 2004. p. 35-52.

SHERA, J. H. Toward a theory of Librarianship and information science. **Ciência da Informação**, v. 2, n. 2, p. 87-97, 1973.

SILVA, C.; FERREIRA, I.; RAMOS, I.; AMARAL, L. Interpretative research in information systems: Two qualitative research design projects. In: **Proceedings of the 13th European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies: ECRM 2014**. 2014. p. 337.

SILVA, L. M.; VIANNA, W. B.; KERN, V. M. O sistemismo de Bunge como base teórica e metodológica para pesquisa em Ciência da Informação. **Em Questão**, v. 22, n. 2, p. 140-164, 2016.

SILVA, L. M. **Repositório institucional como sistema técnico-social**: composição, ambiente e estrutura. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

VAN RIEL, R.; VAN GULICK, R. Scientific reduction. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, Spring 2016 Edition. Edward N. Zalta (ed.), 2016. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/scientific-reduction/>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

VOLPATO, G. L.; BARRETO, R. E.; UENO, H. M.; VOLPATO, E. S. N.; GIAQUINTO, P. C.; FREITAS, E. G. **Dicionário crítico para redação científica**. Botucatu: Best Writing, 2013. 216 p.