

Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia

Marcello Peixoto Bax

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade de Montpellier II – Montpellier - França.

Professor Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, MG - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1864473087690223>

E-mail: bax@ufmg.br

Recebido em: 15/08/2014. Aprovado em: 23/1/2015. Publicado em: 07/08/2015.

Resumo

A *Design Science Research* (ou *DSR*) é uma metateoria que investiga a geração de conhecimento no processo de concepção de artefatos, *i.e.*, sobre como métodos de *design* podem constituir pesquisa de caráter científico. O objetivo do artigo é apresentar uma análise da *DSR*, como quadro teórico-metodológico de fundamentação científica das pesquisas em tecnologia e gestão da informação e do conhecimento, importante campo da ciência da informação. Para analisar a *DSR* e sintetizar os resultados, o método usado foi o de rever na literatura pertinente os aspectos da *DSR* considerados mais relevantes para o campo. Foram analisados os artigos mais citados nos últimos 50 anos. Tem-se, como resultado da análise, a constatação surpreendente do completo desconhecimento da *DSR* na literatura de ciência da informação, tanto nacional quanto internacional e mais especificamente no campo citado. Conclui-se que, apesar de desconhecida na ciência da informação, a *DSR* deve ser vista como uma das mais apropriadas metodologias para orientar a condução de pesquisas científicas em tecnologia e gestão da informação e do conhecimento, em uma abordagem que alia a relevância da aplicação prática com o rigor científico.

Palavras-chave: Ciência da informação. Ciência de projeto. Metodologia de pesquisa. Filosofia da ciência. Epistemologia.

Design science: philosophy of research in information science and technology

Abstract

The Design Science Research (DSR) is a meta-theory that investigates the knowledge generation process while designing artifacts, i.e., how design methods can constitute research of scientific nature. The objective of this paper is to present an analysis of DSR paradigm as theoretical and methodological framework for doing scientific research in information and technology, major field of information science. To analyze the DSR and summarize the results, the method used was to make a literature review of the DSR's aspects considered most relevant to the field. The most cited papers over the last 50 years were analyzed. As a result we found a complete ignorance of DSR in the information science literature in general, both nationally and internationally and more specifically in that field. We conclude that, although unknown in information science, DSR should be seen as one of the most appropriate methodologies to guide the scientific research in information, technology and management, an approach that combines the relevance of practical application with scientific rigor.

Keywords: Information science. Design science research. Research methodology. Philosophy of science. Epistemology.

Design science: filosofía de la investigación en ciencia de la información y tecnología

Resumen

La Design Science Research (o DSR) es una meta-teoría que investiga la generación de conocimiento en el proceso de concepción de artefactos, es decir, cómo los métodos de diseño pueden proporcionar investigación de carácter científico. El objetivo de este trabajo es presentar un análisis de la DSR como marco teórico y metodológico de la base científica de la investigación en tecnología y gestión de la información y el conocimiento, importante campo de la ciencia de la información. Para analizar la DSR y resumir los resultados, el método utilizado fue revisar en la literatura pertinente los aspectos de DSR considerados más relevantes para el campo. Fueron analizados los artículos más citados en los últimos 50 años. Como resultado del análisis, el sorprendente hallazgo de la ignorancia completa de DSR en literatura de la ciencia de la información, tanto a nivel nacional como internacional y más específicamente en ese campo. Llegamos a la conclusión de que, aunque desconocido en la ciencia de la información, DSR debe ser vista como una de las metodologías más apropiadas para guiar los trabajos de investigación científica en tecnología y gestión de información y conocimiento, en un enfoque que combina la importancia de su aplicación práctica con el rigor científico.

Palabras clave: Ciencia de la Información. Ciencia de proyecto. Metodología de investigación. Filosofía de la ciencia. Epistemología.

INTRODUÇÃO

The inadequate articulation of its central conceptions as an orientation strategy¹ is also the crucial weakness of the information resources management movement [...]. The promise of the movement is that it is interested in both individual information use and its organizational an social context. [...]. That it has not articulated itself as an orientation strategy is due to the fact that it has developed an ideology but no basic concepts for the field (VAKKARI, 1994, p.50).

Vakkari (1994) declarava, em 1994, que dos três paradigmas da ciência da informação – social, cognitivo e gerencial – este último, o gerencial² (e tecnológico), à época então conhecido como gerenciamento de recursos informacionais (ou GRI), constituía movimento promissor para a ciência da informação, mas que por não exercitar o autoescrutínio de seus métodos, acabou se revelando muito mais uma “ideologia”, do que uma estratégia de orientação epistemológica (*i.e.*, de pesquisa rigorosa). No mesmo texto, Vakkari classifica a ciência da informação como uma *design science*, cuja missão é prover orientações (*guidelines*) para incrementar o acesso à informação.

The purpose to which information science is pledged is to facilitate access to desired information. [...] It is design science, whose mission it is to provide, with help from research, the guidelines through which access to information can be enhanced (VAKKARI, 1994, p.47).

O autor concorda com Vakkari que a ciência da informação, como uma ciência social aplicada é, em grande parte, uma “ciência de projeto” ou *design science*; logo, a tarefa de explicitar a ontologia, epistemologia e metodologia de uma *design science* pode contribuir para o amadurecimento desta ciência. Por falta de espaço, entretanto, nosso objetivo aqui ainda não será este³. Uma

constatação surpreendente do presente artigo é que, embora já em 1994, Vakkari classificasse a ciência da informação como uma *design science*, a natureza de uma tal ciência de projeto⁴ ainda persiste por demais desconhecida da comunidade dos pesquisadores da ciência da informação. Foi no campo da computação e dos sistemas de informação que a ciência do *design* foi primeiro proposta. Uma “ciência do artificial” como a batiza Herbert Simon (1996), em 1968. Pensada como uma ciência do desenvolvimento de artefatos, a *design science* foi inicialmente proposta por Simon, sob o olhar da filosofia da ciência, como um contraponto de um lado às ciências naturais e de outro à hermenêutica.

As disciplinas consideradas “tecnológicas” e a pesquisa relacionada centram-se no uso da TI para atender às necessidades práticas de indivíduos e organizações. Artefatos, e em particular *software*, são a base operacional da pesquisa nesta área de investigação. Segundo Gregg (2001), embora a importância do desenvolvimento de *software* seja bem aceita, o que constitui pesquisa de qualidade na área ainda não é tão estabelecido. Talvez porque a mera aplicação de um método consolidado de desenvolvimento de *software*, por si, não constitua necessariamente uma atividade de pesquisa. Também não é trivial distinguir, dentre os esforços de desenvolvimento, aqueles que contribuem para fazer avançar os limites do conhecimento científico na área, daqueles que são meras implementações pontuais que solucionam problemas conhecidos reusando conhecimentos científicos já consolidados na literatura. Essa dificuldade gera a visão comum e recorrente de que um projeto de concepção de um sistema de informação (ou de outro artefato tecnológico qualquer) dificilmente caracteriza pesquisa de cunho científico. O argumento é de que tais projetos não ensejam o desenvolvimento de conhecimento novo, de caráter rigoroso.

¹ Discurso metateórico sobre a natureza e escopo de um campo de pesquisa que sugere orientações e estratégias para conhecer os fenômenos que ocorrem no campo.

² Em geral esse paradigma é representado, na ciência da informação, pela linha de pesquisa gestão da informação e do conhecimento (GIC).

³ Realizar uma reflexão mais aprofundada sobre os princípios filosóficos da *design science research* é trabalho futuro, a ser publicado em outro artigo.

⁴ Alguns textos em português traduzem *design science* como ciência de projeto. Nós preservaremos, neste artigo, o termo na sua grafia original em língua inglesa.

Essa questão é análoga à discussão sobre como justificar o caráter científico das pesquisas realizadas no âmbito do paradigma gerencial e tecnológico da ciência da informação. Contudo, a preocupação com o uso de métodos adequados de pesquisa na ciência da informação, mais especificamente em sua subárea de sistemas e informação, gestão e tecnologia é ausente na literatura nacional e o paradigma discutido neste artigo, a *Design Science Research* (DSR) é desconhecido da ciência da informação, como concluiu o esforço de pesquisa aqui relatado. Ora, a DSR é exatamente o tipo de metateoria que auxilia o pesquisador a criar conhecimento teórico durante os processos mesmos de concepção de artefatos, justificando como tais processo podem constituir pesquisa de caráter científico.

Outra forma de colocar a questão é quando se busca diferenciar, no contexto de projetos de pesquisa, entre um projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), de um projeto de consultoria e desenvolvimento. Trata-se de um difícil problema que diz respeito ao nível de complexidade do tema que se tem em mãos⁵. A distinção é crucial entretanto, pois projetos de PD&I necessitam do envolvimento de pesquisadores ou instituição de pesquisa. Para os últimos, em geral, não existem nem “boas” nem “melhores práticas” estabelecidas no mercado, enquanto projetos rotineiros de desenvolvimento podem ser especificados e contratados de fornecedores de TI no mercado. No último caso, “melhores práticas”, normalmente, já se encontram consolidadas. A dificuldade é que, obviamente, existe uma larga zona cinzenta entre esses dois extremos.

Contudo, vale notar que o objetivo aqui não é o de argumentar que a atividade, desde que rigorosa, de construção de um sistema de informação (artefato⁶) possa ser considerada, em muitos casos, uma

atividade de pesquisa. Ou seja, uma atividade que envolve reflexão tanto sobre o processo de construção em si (engenharia de *software*), quanto sobre como tal processo, ao produzir o artefato, resulta ou gera conhecimento científico sobre como melhorar a eficácia e eficiência dos processos da organização. Tal é a essência do paradigma da DSR e isso já foi feito por inúmeros trabalhos, que definiram arcabouços⁷ ou quadros teórico-metodológicos, dos quais citamos: Simon (1966), Nunamaker (1994), Gregg et al. (2001), Vashinav (2001), Hevner et al. (2004) e Wieringa (2009). Embora não haja consenso sobre os fundamentos filosóficos da DSR, os autores citados a destacam como sendo singular e única, diferenciando-a e contrastando-a com os outros principais paradigmas positivista e hermenêutico, mas também concordando que ela compartilha dos fundamentos de uma ciência natural e esteja próxima do paradigma hermenêutico, interpretativo.

O objetivo deste artigo é destacar, na literatura, os pontos de atenção mais importantes da DSR para a ciência da informação, bem como comentar sobre a evolução do paradigma na visão de alguns de seus principais autores. Com isso espera-se apresentar a DSR como alternativa metodológica para o paradigma gerencial e tecnológico da ciência da informação de que dá falta Vakkari (1994), citado na introdução. A pretensão é colaborar para que sejam realizadas pesquisas de melhor qualidade na área.

No intuito de fundamentar a análise do problema sugerido (e explicitado no objetivo já declarado) e de sintetizar elementos de resposta, o método usado foi realizar uma revisão da literatura pertinente que analisa os aspectos epistêmicos mais relevantes de uma *design science* capazes de melhor fundamentar o conhecimento científico no campo gerencial e tecnológico da ciência da informação. Foram analisados os artigos mais citados, dos anos de 1960 até hoje, em periódicos internacionais, sobre o tema “*design science*” e “*desing science research*”. As reflexões

⁵ A esse propósito vale a pena consultar o arcabouço *Cynefin* (KURTZ; SNOWDEN, 2003). O *Cynefin* é derivado de pesquisa em complexidade organizacional e troca de conhecimento, tomada de decisão, estratégia e formulação de políticas.

⁶ Artefato: é aqui definido como um objeto cuja construção segue métodos científico.

⁷ Ou *Research Frameworks*.

advindas desse trabalho fundamentarão, no futuro, a síntese de um quadro teórico-metodológico de cunho pragmático que possa orientar a realização de pesquisas no campo.

Contrariamente ao positivismo comum que pleiteia a separação clara e precisa entre pesquisa de cunho científico de um lado, e de cunho tecnológico de outro⁸, e corroborando Wieringa (2009), defende-se aqui que na pesquisa social aplicada há, em geral, uma nidificação mútua e sempre recorrente de problemas práticos e problemas teóricos (questões de conhecimento, no vocabulário de Wieringa). Assim, entende-se que a base que determina o nível de qualidade científica da pesquisa no campo acaba sendo sobretudo de cunho metodológico, i.e., quando esses dois tipos de problemas são confundidos, o resultado comprometerá, quase sempre, a qualidade da pesquisa, justificando aquela estreita visão positivista comum. Com efeito, quando a metodologia falha em orientar o pesquisador, pode-se esperar por duas situações indesejáveis para uma ciência social aplicada: ou se produz o artefato e não se produz conhecimento, ou se produz conhecimento sem se produzir o artefato⁹. Ou seja, perde-se no rigor científico ou na relevância da pesquisa; um resultado indesejado, mesmo sob a égide do compromisso apodítico entre rigor e relevância.

Finalmente, para concluir o artigo, ilustra-se através de um exemplo prático de projeto, como o quadro teórico e metodológico da DSR pode contribuir para justificar a diferença entre projetos de desenvolvimento e projetos de PD&I, como já comentado. Com efeito, como em qualquer pesquisa científica, pressupostos filosóficos são assumidos, mesmo que de forma inconsciente, pelo pesquisador e explicitar tais pressupostos, à luz da DSR, ajudará o pesquisador a se orientar na ciência de projeto (ou *design science*), do ponto de vista metodológico.

⁸ TAKAHASHI (2009) mostra que a diferença entre esses dois tipos de conhecimento está longe de ser trivial.

⁹ Resultado de uma relação analítica pouco dialética entre relevância *versus* rigor, incapaz de sínteses inovadoras.

INTRODUÇÃO À DESIGN SCIENCE E À DESIGN SCIENCE RESEARCH

O paradigma DSR foi amplamente discutido nos últimos anos e agora ganha terreno como um quadro teórico ou uma estratégia de pesquisa capaz de orientar tanto a construção do conhecimento, quanto aprimorar as práticas em sistemas de informação e de várias disciplinas relacionadas ao campo gerencial e tecnológico da ciência da informação. No paradigma DSR, o conhecimento e a compreensão de um domínio do problema e sua solução são alcançados graças à construção e aplicação de um artefato projetado. Segundo Hevner et al. (2004), numa abordagem pragmática, a DSR não anseia alcançar verdades últimas, grandes teorias ou leis gerais, mas procura identificar e compreender os problemas do mundo real e propor soluções apropriadas, úteis, fazendo avançar o conhecimento teórico da área.

A DSR envolve construir, investigar, validar e avaliar artefatos, tais como construtos, arcabouços, modelos, métodos e instâncias de sistema de informações, a fim de resolver novos problemas práticos. Além disso, o estudo de métodos, comportamentos e melhores práticas relacionadas com a análise do problema e com o processo de desenvolvimento de artefato são abrangidos. Debates em curso sobre a natureza e o alcance dos arcabouços de pesquisa dominantes em DSR, no entanto, mostram que o paradigma ainda está emergindo. Seu núcleo, seus limites e sua interação com outras abordagens de pesquisa ainda estão sendo revelados e definidos (VAISHNAVI, 2009). Trata-se então de um momento propício para os pesquisadores da ciência da informação estudarem, compreenderem e aplicarem tal paradigma em suas pesquisas.

HISTÓRICO DA DSR COMO PESQUISA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A ciência de projeto (*design science*) aparece pela primeira vez em Fuller (1965), que a definiu como uma forma sistemática de projetar ou conceber coisas. O conceito foi retomado por Gregory (1966), que pontua a distinção entre a concepção

pelo método científico (*design science research*) e o método de projeto ou concepção em si (*design*, simplesmente). Para Gregory, a concepção ou projeto (*design*) não era uma ciência, pois uma ciência da concepção deve ir mais fundo e referir-se à uma visão *científica* do processo de criação. Em seguida, Simon (1996), no ano de 1968, populariza esses termos em seu argumento para o estudo científico do artificial (em oposição ao natural). De lá até hoje os dois termos têm sido confundidos ao ponto onde a DS passou a ter dois sentidos (*design* e *design science*), com o significado de estudo científico da concepção agora predominante. O tema foi mais recentemente rebatizado pela expressão “*design thinking*”, cf. Visser (2006). Na verdade, nota-se que é o mesmo conjunto de ideias, centrado na utilização de ferramental tecnológico contemporâneo, que está em algumas das mais conhecidas práticas de gestão moderna, tais como o *design thinking*, o desenvolvimento ágil, o *customer development* e o *lean startup*.

Vale notar que desde o início dos anos 1960 cientistas da computação vêm fazendo pesquisas no estilo DSR sem, entretanto, nomeá-las assim. Ou seja, realizando o ciclo racional implicitamente (planejar > conceber > avaliar), foram desenvolvidas novas linguagens de programação, compiladores, algoritmos, modelos e estruturas de dados e arquivos, sistemas de gestão de banco de dados, e assim por diante. Um observador de fora da computação pode fazer a ideia de que não se discute internamente a epistemologia da área; de que não se faz o “autoescrutínio”, nos termos de Vakkari. E portanto não se faz ciência de primeira qualidade, por ausência de discussão dos fundamentos filosóficos. Contudo, a melhor explicação para o fato é exatamente a presença do racional implícito, que advém de uma notável unidade paradigmática do campo da computação. Já no campo mais recente dos sistemas de informação, grande parte da pesquisa inicial foi focada em abordagens de desenvolvimento de sistemas e métodos, que também são representantes da pesquisa do tipo DSR.

Sistemas de Informação (SI) é um campo relativamente novo de estudo que investiga tecnologias de informação e comunicação em contextos organizacionais. Originalmente um ramo da ciência de gestão, tornou-se um campo independente já no final de 1960. Autores divergem quanto à evolução histórica do uso da DSR como pesquisa em SI. Para alguns só recentemente é que a DSR torna-se uma linha distinta de investigação na área. Para outros as origens da pesquisa na área seguiram a DSR, perdendo-a de vista contudo nos anos 1980 e 90 e somente agora retornando como uma abordagem metodológica válida para suas pesquisas. Kuechler e Vaishnavi (2008) detalham o surgimento da DSR na área de SI e descrevem seu estado atual.

Segundo Livari (2007), nos últimos 30 anos a pesquisa em SI perdeu de vista sua origem como DSR. A filosofia da pesquisa dominante passou a ser a de desenvolver pesquisas cumulativas, estritamente teóricas capazes de fazer prescrições. Afirma o autor que essa estratégia de pesquisa “teoria-com-implicações-práticas” não conseguiu produzir resultados de interesse prático, perdendo relevância. O que impulsionou, no início do século XXI, uma retomada dos métodos práticos de pesquisa, como a DSR (LIVARI, 2007, p.40).

Wieringa (2009) e vários outros autores seminais da área relatam que as primeiras ideias que mais tarde inspirariam a DSR como é hoje conhecida, teriam iniciado com o artigo de Simon (1996). A partir do qual March e Smith (1995, p.253) introduzem a DSR como tentativas de criar soluções que servem aos propósitos humanos, de resolver problemas.

Mais tarde, vários pioneiros, dentre eles Hevner et al. (2004), forneceram um quadro teórico-metodológico para a DSR em que (1) as necessidades de negócios motivam o desenvolvimento de artefatos (validados) que atendam a essas necessidades, e em que (2) o desenvolvimento de teorias justificadas sobre esses artefatos produz conhecimento que pode ser adicionado à base de conhecimento compartilhada. Este quadro esclarece a interface de

DSR com o seu ambiente social e com a base de conhecimento científico, e deixa claro que a DSR e a pesquisa em ciências naturais (viés comportamental) são atividades intimamente relacionadas (*behavioral science* e *design science*); o que é um contraponto à afirmação de Vakkari (1994), de que a influência das ciências naturais na ciência da informação não é grande. No artigo, Vakkari (cf. VAKKARI, 1994, p.50) critica a linha de GIC¹⁰ (na época chamada GRI¹¹) por falta de rigor científico. Não percebendo que a DSR poderia ser a metodologia científica adequada para transformar as “ideologias” (na visão daquele autor), que eram geradas pela linha, em teorias científicas efetivas.

No Brasil vale notar que em trabalho no âmbito do projeto “Gestão de Operações em Organizações Inovadoras”, financiado pela Capes, desenvolvido com a participação de programas pós-graduações de várias universidades (PPGEPS/Unisinos, PEP/Coppe/UFRJ, PEP-PE/UFPE, AI/Inpi e Poli/USP), a DSR foi vista como alternativa concreta de método para a condução de pesquisas de cunho tecnológico (tecnologias de gestão, p.ex.), constituindo-se em uma abordagem que, quando bem aplicada, produz rigor científico efetivo (LACERDA, 2013).

O ciclo regulador da DSR

Wieringa (2009) chama a atenção para o fato de que a estrutura lógica usada na resolução de problemas consiste no tradicional ciclo regulador¹² que envolve as atividades de (1) Investigação do problema; (2) Projeto de soluções; (3) Validação da solução; (4) Implementação da solução e (5) Avaliação da implementação (com pequenas variações). O ciclo regulador pode ser visto na figura 1, que apresenta

suas etapas caracterizando cada uma como um problema prático ou de conhecimento, ponto discutido em detalhes na Seção 4.

Figura 1 – Ciclo regulador e a decomposição de um problema prático



Fonte: o autor, baseado em Wieringa (2009)

Para auxiliar na decomposição dos problemas e explicitar as oportunidades de geração de conhecimento científico durante a execução do ciclo regulador, Wieringa (2009) propõe uma classificação precisa dos problemas, distinguindo entre problemas práticos e teóricos (que ele denomina “questões de conhecimento”). Veremos a seguir que este ciclo regulador serve tanto para orientar a parte prática da pesquisa, i.e. resolução de problemas práticos, quanto a parte teórica, quanto se trata sobretudo de gerar conhecimento respondendo a questões de conhecimento (i.e., questões teóricas).

TAREFAS DO CICLO REGULADOR

O ciclo regulador, proposto por diversos autores com pequenas diferenças, compiladas em Lacerda (2012), começa com uma investigação de um problema prático, ele mesmo resultado da resolução de problemas práticos anteriores; em seguida, especifica projetos de soluções, os valida, e implementa o projeto selecionado; cujo resultado, então, será avaliado, o que poderá ser o início de uma nova rodada do ciclo regulador.

Wieringa (2009), cita pesquisadores de diversas áreas, tais como desenvolvimento de produto, engenharia de sistemas, arquitetura, engenharia

¹⁰ Gestão da informação e conhecimento, linha de pesquisa da ciência da informação.

¹¹ Gerenciamento de recursos informacionais.

¹² Também análogo ao conceito de PDCA (de Deming e Shewhart), que por sua vez é baseado no método científico, tal como foi desenvolvido a partir do trabalho de Francis Bacon (*Novum Organum*, 1620). O método científico pode ser escrito como “hipótese” - “experimento” - “avaliação” ou planejar, fazer e verificar. Ou ainda problema > proposta > avaliação > novo problema.

mecânica e até na prática psicológica, que com algumas variações, identificam o ciclo regulador como representação da estrutura lógica da ação racional (tanto prática quanto teórica). O ciclo regulador é a estrutura geral de um processo racional de resolução de problemas: análise da situação atual e das metas de mudança novas ou em curso, propor possíveis alterações para atingir essas metas, avaliar as alterações possíveis e selecionar uma, aplicar a alteração e, em seguida, reiniciar o ciclo.

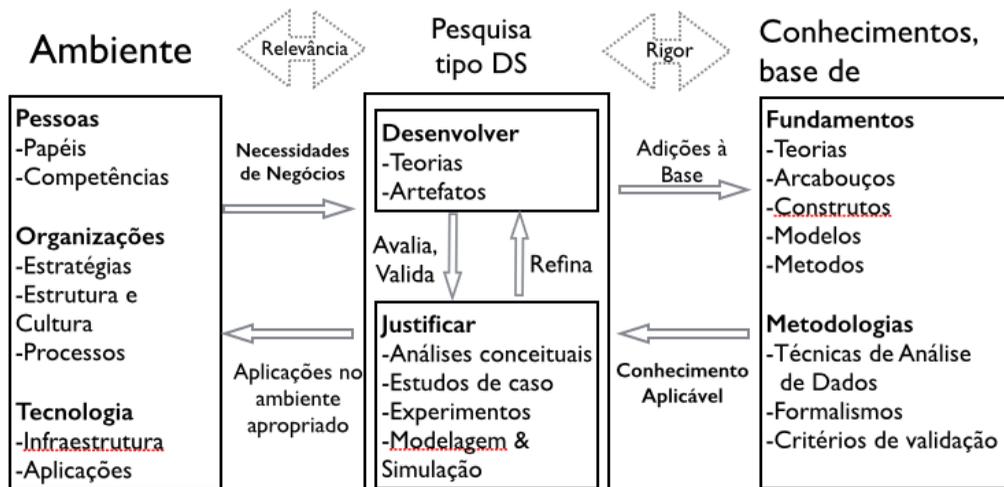
O QUADRO TEÓRICO DA DSR DE HEVNER

Para Hevner et al. (2004), a DSR é fundamentalmente um paradigma para a solução de problemas. Usa-se a criação de artefatos, com bases nas leis naturais e nas teorias comportamentais, que são aplicados, testados, modificados e estendidos por meio da experiência, criatividade, intuição e habilidades de resolução de problemas de seus pesquisadores. Os artefatos podem ser dos tipos: construtos (entidades e relações), modelos (abstrações e representações), métodos (algoritmos e práticas) e instâncias (implementação de sistemas e protótipos), corroborando March e Smith (1995). Portanto os artefatos podem ser desde um *software*, uma teoria, até descrições informais em linguagem natural. Para os autores, artefatos auxiliam na definição

de ideias, práticas, capacidades técnicas e produtos. O conhecimento e a compreensão do problema a ser resolvido são adquiridos durante a construção e o uso dos artefatos, quando são validados e avaliados.

Para Hevner, a DSR pode ser vista como uma conjunção de três ciclos reguladores de atividades relacionadas (HEVNER, 2007). O “ciclo de relevância” inicia a pesquisa com um contexto de aplicação que não só fornece como insumo os requisitos para a pesquisa, mas também define os critérios de aceitação para a avaliação dos resultados da investigação. O “ciclo de rigor” fornece o conhecimento científico passado ao projeto de pesquisa para assegurar a sua inovação. A boa condução deste ciclo depende do pesquisador realizar uma investigação o mais completa possível na base de conhecimento (i.e., conjunto das bases de referência da literatura científica da área), fazendo referências aos trabalhos correlatos. O objetivo é garantir que os artefatos produzidos são contribuições de pesquisa efetivas e não projetos de rotina, baseados na aplicação de processos já conhecidos (pelos pesquisadores da área). Finalmente, o “ciclo central” itera entre as atividades principais de construção e avaliação dos artefatos de *design* e processos da pesquisa. Os três ciclos estão representados na figura 2.

Figura 2 – Design Science Research Framework



Fonte: o autor, baseado em Hevner et al. (2004)

De acordo com Hevner et al. (2004), a *design science* e a ciência comportamental são dois paradigmas relacionados que caracterizam a pesquisa em SI, e por consequência também no campo da informação, tecnologia e gestão. A DSR tem suas raízes em disciplinas de engenharia e como visto anteriormente é uma jovem disciplina, enquanto a ciência comportamental tem suas raízes nos métodos de pesquisa científica naturais e tem uma história bem mais longa. A DSR procura criar inovações e visa a utilidade, enquanto a ciência comportamental foca em desenvolver e justificar a teoria. Por isso elas devem “andar juntas”.

Finalmente, vale notar que na pesquisa comportamental, a significância estatística é estabelecida como uma medida de rigor de seus resultados - mas a relevância desses resultados varia. Orientada para a atividade de concepção, a DSR tem como objetivo a construção de melhores soluções, e a utilidade na prática é estabelecida como uma medida de relevância de seus resultados - mas o rigor de sua construção e avaliação varia. Eis outra razão para distinguir claramente problemas práticos de questões de conhecimento: garantir o compromisso adequado entre rigor e relevância, que devem possuir todas as ciências sociais aplicadas, como a ciência da informação.

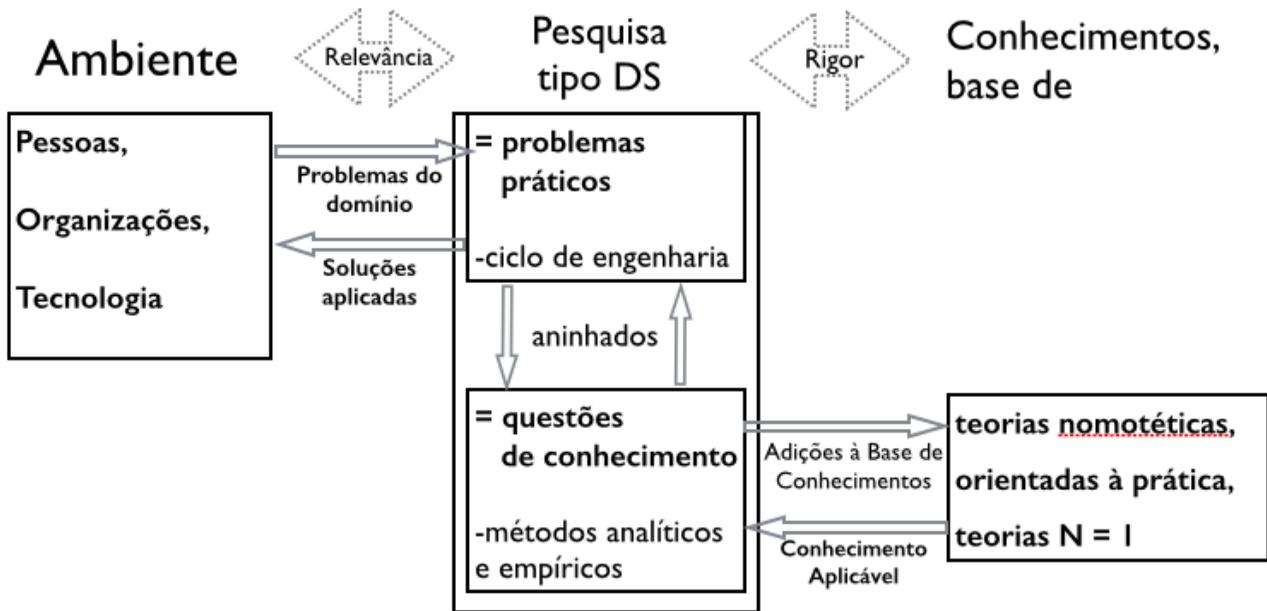
O QUADRO TEÓRICO DE DSR DE WIERINGA

Até aqui já ficou claro que a *DSR* enfatiza a conexão entre conhecimento e prática, mostrando ser possível produzir conhecimento científico através da concepção de “coisas” úteis. Wieringa (2009) revela a existência de “questões de conhecimento” que ocorrem durante as iterações dos ciclos. “Questões de conhecimento”, no jargão do autor, representam oportunidades de geração de conhecimento científico. Segundo o autor, com vistas a responder a questões de conhecimento pode-se procurar pela solução na literatura, consultar alguém que já resolveu questão similar ou mesmo usar o próprio conhecimento advindo

de experiências anteriores. No entanto, na ausência de diretrizes mais detalhadas, os pesquisadores tendem a identificar **problemas práticos** com **perguntas de conhecimento**, o que pode levar a projetos de pesquisa metodologicamente fracos. Portanto, é fundamental entender que para se resolver um problema prático, o mundo real é alterado para atender aos propósitos humanos, mas para resolver um problema de conhecimento, deve-se adquirir conhecimento sobre o mundo, sem necessariamente alterá-lo. Como argumenta Wieringa (2009), na DSR esses dois tipos de problemas são mutuamente aninhados. Ressalta o autor, contudo, que o aninhamento não deve nos cegar para o fato de que os métodos de resolução de problemas e de justificação das soluções são diferentes em cada caso.

Wieringa (2009) estende o quadro teórico de Hevner et al. (2004) de três formas (*cf.* figura 3). Em primeiro lugar, há maior elaboração (no ciclo da relevância) da investigação problema para obter mais precisamente as necessidades de negócios. Segundo o autor, a investigação pode ser “orientada a um problema”, a um “objetivo”, a uma “solução” e ao “impacto de uma solução” (WIERINGA, 2009, p.3). Este aspecto não recebeu atenção no quadro de Hevner et al. (2004), mas a investigação mais detalhada da natureza do problema é uma tarefa importante no caminho para se alcançar maior relevância da pesquisa. Em segundo lugar, a base de conhecimento no quadro de Wieringa é estratificada em níveis de generalização das teorias. Ele as classifica da mais específica para a mais genérica. Organizando-as em teorias $N = 1$ (a mais específica), passando por teorias orientadas a classes de problemas (nível intermediário) e chegando em teorias nomotéticas, que são as mais gerais, dotadas de normas precisas que regulam os fenômenos. As DSRs ocupam sobretudo o nível intermediário.

Figura 3 – Quadro teórico-metodológico da DSR de Roel Wieringa



Fonte: o autor, baseado em Wieringa (2009)

Em terceiro lugar, no quadro teórico de Wieringa, o ciclo regulador central da DSR é decomposto em uma estrutura aninhada de problemas práticos e questões de conhecimento. Questões de conhecimento podem ser respondidas pela aplicação do conhecimento a partir da base de conhecimento ou fazendo pesquisa original, usando a análise conceitual ou métodos empíricos, tais como experimentos, estudos de caso, pesquisa de campo ou de modelagem e simulação. Os problemas práticos são resolvidos casando problemas e soluções durante os ciclos incrementais, em espiral.

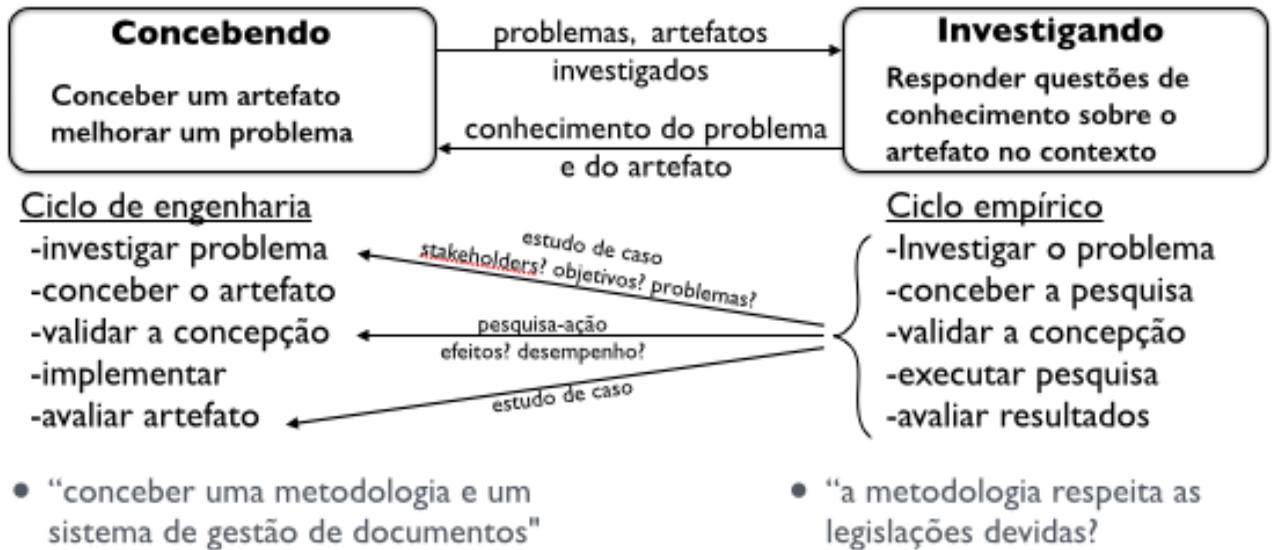
Vê-se que as diretrizes básicas da DSR, tal como estabelecidas por Hevner et al. (2004), são suportadas, comentadas e ajustadas pelo quadro teórico de Wieringa (2009). As diretivas da DSR são: (1) O projeto de pesquisa produz artefatos; (2) problemas devem ser potencialmente relevantes e são dependente do contexto (organizacional); (3) propostas de solução devem ser validadas; (4) e devem produzir teorias que melhorem as práticas; (5) estas devem ser validadas com métodos científicos; (6) a pesquisa deve iterar, no ciclo de regulador, entre concepção e validação; (7) os resultados devem ser comunicados (publicados nas bases de conhecimento referenciadas).

O quadro proposto é também muito próximo daquele de Nunamaker e Chen (1990), que apresentam um processo de pesquisa de desenvolvimento de sistemas na forma também de um ciclo regulador. As diferenças são que Wieringa distingue problemas práticos de questões de conhecimento e dá maior atenção à investigação do problema, além de mostrar o aninhamento teórico/prático sempre presente neste tipo de investigação científica.

DISCUSSÃO

Se Hevner et al. (2004) deixam claro que *design* e pesquisa são atividades intimamente relacionadas, coube no entanto à Wieringa e Heerkens (2009) mostrarem que a interação dessas atividades não era profundamente analisada, e isso criava problemas metodológicos. Em particular, os problemas práticos e problemas de conhecimento em *design science* podem ser confundidos e com isso criar problemas metodológicos. Quando confundidos; corre-se o risco de enfatizar-se apenas um deles, esquecendo-se do outro. Ou seja, pode-se resolver um problema prático sem que haja a criação explícita de conhecimento ou se pretender criar conhecimento sem nenhuma experimentação prática.

Figura 4 – Ciclos prático e teórico



O pesquisador interage sobre essas duas atividades

Fonte: o autor, baseado em Wieringa (2013)

Wieringa identifica dois ciclos executados em paralelo durante uma iteração do ciclo regulador. Um ciclo de engenharia que investiga o problema, concebe a solução, valida, implementa e avalia. Um ciclo empírico (ou de conhecimento) que investiga o problema, concebe a pesquisa, valida, executa e avalia os resultados.

Questões de conhecimento estão presentes no ciclo regulador. Para resolver um problema de conhecimento fazendo pesquisa, tem-se que descobrir o que se quer saber, projetar a pesquisa com a qual se pretende adquirir este conhecimento, validar este projeto, executar a pesquisa como projetado, e, finalmente, avaliar os resultados. O ciclo de pesquisa tem a mesma estrutura que o ciclo de engenharia, e ambos têm a estrutura da ação racional, em que planejamos uma ação antes de agir, e na qual podemos avaliar o resultado de uma ação após o ato.

As tarefas de ambos os ciclos - de engenharia e de conhecimento - são muito semelhantes, a distinção não sugere que sejam fenômenos separados, embora devam ser distintos durante a execução da pesquisa para melhor conceber e aplicar as metodologias

e com isso melhorar os resultados. A diferença principal é de objetivos: enquanto um altera o estado do mundo e ganha conhecimento com isso, o outro altera o estado do conhecimento e o aplica no mundo para validar a alteração.

Wieringa (2009) apresenta a distinção entre os tipos de problemas a serem resolvidos: o problema prático e o de conhecimento. Ele define um problema prático como a diferença entre a forma como o mundo é experimentado pelas pessoas e como elas gostariam que fosse. Já o problema de conhecimento é a diferença entre o conhecimento das pessoas sobre o mundo e o que elas gostariam de saber. Os *problemas práticos* exigem uma mudança do mundo para que ele melhor concorde com alguns objetivos das partes interessadas. *Problemas de conhecimento* por sua vez não demandam uma mudança do mundo, mas uma mudança do nosso conhecimento sobre o mundo (WIERINGA; HEERKENS, 2009). Essa distinção não deve porém sugerir que sejam problemas separados. A diferença principal é de objetivos. Enquanto um altera o estado do mundo e ganha conhecimento com isso, o outro altera o estado do conhecimento e o aplica no mundo para validá-lo.

Como explica o autor, a separação entre “problema de mundo” e “problema de conhecimento”, termos sinônimos a “problemas práticos” e “questões de conhecimento”, pode criar a falsa impressão de que é sempre possível gerar conhecimento sem mudar o mundo ou mudar o mundo sem gerar conhecimento. Para o autor, é difícil gerar conhecimento sem mudar o mundo, e alguns métodos de pesquisa, como a pesquisa-ação e experimentos de laboratório, geram conhecimento através da manipulação do mundo, isto é, alterando-o. Os pesquisadores devem ainda demonstrar que as mudanças no mundo não invalidam o conhecimento declarado, gerado pela pesquisa. Na outra extremidade do espectro, é também extremamente difícil mudar o mundo sem aprender alguma coisa com ele. Resolver um problema do mundo geralmente gera conhecimento. Assim, conclui o autor que a distinção entre os problemas do mundo e os problemas de conhecimento é antes de tudo uma questão de objetivos: quando o objetivo é resolver um problema de conhecimento, faz-se alguma coisa para obter conhecimento e controla-se as mudanças criadas no mundo, de tal maneira a garantir que o conhecimento que se adquiriu é válido. Quando o objetivo é resolver um problema do mundo, muda-se o mundo e tem-se o conhecimento adquirido a partir dessa mudança, avaliando-a.

Os dois problemas são ambos cidadãos de primeira classe na *DSR*, na medida em que podem ser igualmente desafiadores, mas eles exigem diferenças metodológicas importantes. As respostas para problemas de conhecimento são proposições que são declaradas e verificadas como verdadeiras ou falsas; soluções para problemas práticos são mudanças no mundo indicadas (prescritas) para cumprir as metas dos *stakeholders*. Como consequência, a resolução de problemas práticos envolve investigar os objetivos das partes interessadas e a avaliação de soluções envolve a aplicação de critérios de partes interessadas; mas responder a problemas de conhecimento envolve a aplicação de critérios de verdade, independentes de partes interessadas.

Finalmente, cabe notar que trata-se aqui de uma visão de mundo radicalmente diferente daquela expressa por Vakkari (1994), que parecia reinar na ciência da informação da época:

Practical objectives as well as practical problematics are typical for fields other than that of scientific inquiry. If science tries mainly to conceptualize and understand its object of interest, nonscience in this respect attempts foremost to find solutions to practical problems in everyday life. It implies that the methods used in science are scientific methods, not methods of operation in some practical field (VAKKARI, 1994, p.5).

Na opinião do autor, Vakkari expressa aqui visão excessivamente positivista, que com sua envergadura de autor seminal, pode ter repercutido certa estagnação da ciência da informação; especialmente de suas linhas de pesquisa em informação e tecnologia e de gestão da informação e do conhecimento. Com efeito, enquanto linhas de pesquisa de uma ciência social aplicada, são inexoravelmente caracterizadas pela nidificação de problemas práticos e questões teóricas.

EXEMPLO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DA DSR EM UM PROJETO DE PD&I

A figura 5 mostra a estrutura aninhada¹³ característica de um projeto de PD&I em grande empresa do setor elétrico, coordenado pelo autor. O quadro maior apresenta os desdobramentos do problema prático, de concepção de uma solução de Gestão Integrada de Documentos (GID) para determinado contexto organizacional. O problema é como se deve conceber um sistema de Gestão Integrada de Documentos (GID¹⁴) para gerenciar os registros (no sentido de documentos administrativos) envolvidos nos processos contábeis da empresa. O sistema deve, além de reduzir os custos operacionais, respeitar toda a legislação pertinente e garantir a segurança da informação.

¹³ Aninhamento entre problemas práticos e questões teóricas, revelado por Wieringa (2009).

¹⁴ “Integrada” aqui refere-se ao gerenciamento misto dos documentos em papel e formatos eletrônicos.

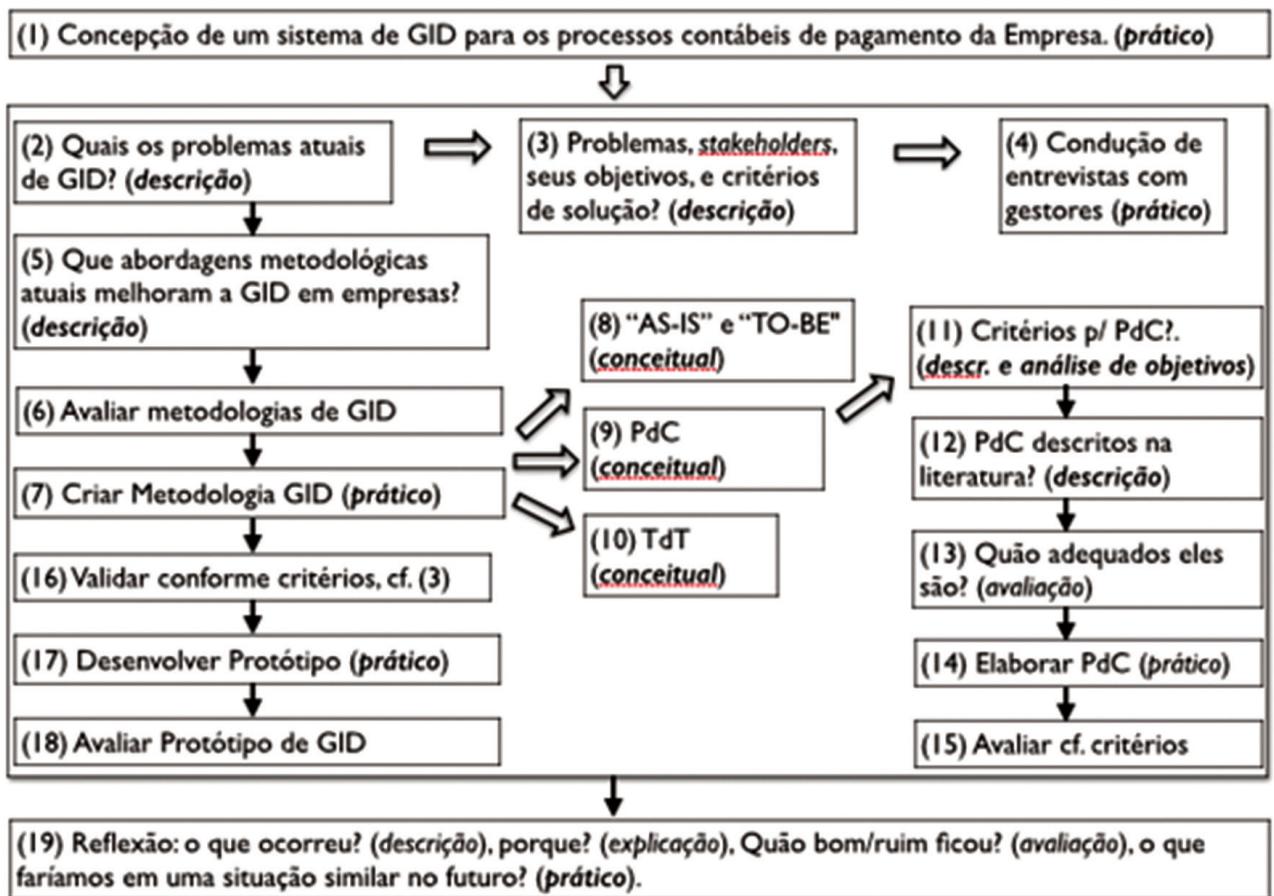
À luz dos conceitos da DSR apresentados, o problema de pesquisa caracteriza-se como um problema prático que, contudo, desmembra-se em vários subproblemas, que são eles mesmos de prática e teórica (de conhecimento): problemas práticos ou questões de conhecimento.

A decomposição, apenas em primeiro nível, do problema pode ser vista na figura 5. Cada subproblema ou atividade, representada por um retângulo, é caracterizada na figura como uma atividade de natureza prática ou teórica. Os termos “descrição”, “análise conceitual”, “avaliação”, “prescrição” e “explicação” denotam tipos de questões de conhecimento, conforme classificação inspirada de Wieringa (2009).

Conforme prega a DSR, deve-se notar que em paralelo com o ciclo empírico existe outro ciclo de engenharia (cf. figura 4), encarregado de especificar os requisitos do sistema GID conforme os critérios estabelecidos em (3), desenvolver um protótipo (17), validá-lo (18) e em seguida avaliá-lo em condições de prática cada vez mais realistas (19). Avaliá-lo significa descrever o que ocorreu, encontrar razões, descrever os ajustes necessários. Observar que, na figura, as setas grossas indicam a decomposição das tarefas, as finas indicam a sua sequência.

Deve-se notar que os quadros-atividades (2 e 3) representam questões de conhecimento, seguidos de um problema prático (4). Nos quadros 2 e 3

Figura 5 – Desdobramentos teóricos e práticos de um projeto PD&I



Fonte: o autor, inspirado em Wieringa (2009)

descreve-se em detalhes quais são os problemas atuais com a GID nos processos contábeis de pagamento da empresa. Levanta-se os problemas, os *stakeholders*, seus objetivos, e seus critérios de solução. O quadro-atividade (5) levanta os conceitos básicos oficiais (do Conarq, p.ex.) da disciplina de GID, tais como: documento de arquivo, documento eletrônico, documento arquivístico eletrônico, gestão de documentos arquivísticos (eletrônicos ou não) e muitos outros. Além disso é preciso conhecer qual é a legislação nacional (nos três níveis da federação) que regulamenta a prática da GID em organizações de capital misto (tipo de capital da organização estudada). Deve-se buscar conhecer também diversas outras questões, como: se existem, quais são os princípios gerais internacionais (recomendados para a GID)? Quais são as abordagens usadas hoje para melhorar o gerenciamento de documentos em grandes empresas? Como levantar o acervo documental envolvido nos processos contábeis da Empresa? Por meio da modelagem de processos (modelos “*as-is*” e “*to-be*”) ou outro? Como conduzir oficinas de modelagem de processos? Como elaborar um plano de classificação (PdC) e uma tabela de temporalidade (TdT) para esses documentos? Como validar todos esses artefatos junto aos diferentes *stakeholders*?

CONCLUSÃO

Neste ensaio apresentou-se a *design science research* (DSR) e discutiram-se algumas de suas características mais relevantes para a sua aplicação em pesquisas no campo da ciência da informação. Procurou-se mostrar que a DRS é adequada como metodologia para orientar pesquisas nesse campo, mais especificamente na subárea da informação e tecnologia.

O autor procurou defender ao longo do artigo que a DSR constitui a base epistêmica que Vakkari (1994, p.50) adverte faltar ao paradigma gerencial da ciência da informação. Portanto, munido de uma filosofia da ciência explicitada e cada vez mais bem estruturada e fundamentada, o paradigma gerencial passa a constituir, juntamente com o paradigma cognitivo, uma parte muito expressiva da ciência da informação, conforme previa Vakkari no mesmo artigo.

Mostrou-se como na DSR é possível tratar um problema de pesquisa sem perder de vista a consideração de sua relevância e aplicabilidade, nem o rigor científico necessário à geração de conhecimento novo. Ou seja, com a DSR o pesquisador está munido de métodos que exploram os aspectos teóricos e práticos do seu problema de pesquisa, sempre aninhados entre si. Argumentou-se, contudo, corroborando Wieringa (2009), que a confusão dos dois pode levar a problemas metodológicos que inibem a qualidade e os resultados das pesquisas.

Na mesma linha de raciocínio elaborada em Wieringa (2009), ilustrou-se, através de um exemplo prático, como a DSR guia a estruturação de um problema de pesquisa em subproblemas menores. Interessa observar como tal estruturação revela o aninhamento entre problemas práticos e questões de conhecimento; o que permite a orientação mais precisa na escolha dos métodos mais adequados de pesquisa para cada tipo de problema: sejam problemas do ciclo de engenharia ou do ciclo empírico (cf. figura 4).

O próximo passo da pesquisa relatada aqui será estabelecer um quadro teórico estruturado, baseado na DSR, que possa ser utilizado para guiar metodologicamente as pesquisas na área. O quadro deverá originar também critérios de avaliação da robustez metodológica e do rigor científico das pesquisas.

Outra iniciativa futura, que julga-se de interesse epistêmico para o desenvolvimento da ciência da informação, é a realização de um estudo crítico longitudinal (à luz do quadro teórico estabelecido anteriormente e de seus critérios de avaliação) dos artigos publicados na área. Acredita-se que, ao explicitar a ontologia da DSR, bem como seus mecanismos epistemológicos, metodológicos e até axiológicos e usar tal quadro para realizar o autoescrutínio das pesquisas publicadas, colabora-se significativamente para o amadurecimento da ciência da informação. Assim, pesquisa similar à que realizaram Wieringa e Heerkens (2006), analisando o corpus de artigos de periódicos do tema engenharia de *software* também ficará para futuro artigo.

O autor concorda com Simon (1996) que a DSR está em constante estado de revolução científica (KUHN, 1996), pois os avanços tecnológicos resultam de investigação científica criativa e *design* inovador, mesmo que realizados de forma inconsciente pelos pesquisadores. Para gerarem conhecimento novo e não serem irrelevantes nem arbitrarias, essas pesquisas devem estar atentas, simultaneamente, ao conhecimento preexistente na literatura e às necessidades de negócios das organizações. Inovações como as geradas na atual sociedade da informação tiveram impactos dramáticos e, por vezes, não intencionais sobre a maneira como os sistemas de informação são concebidos, projetados, implementados e geridos. Consequentemente, as diretrizes da DSR estão, necessariamente, em constante adaptação.

REFERÊNCIAS

- FULLER, R; MCHALE, J. World design science decade, 1965-1975. *World Resources Inventory*. Southern Illinois University, 1965.
- GREGG, D. G.; KULKARNI, U. R.; VINZÉ, A. S. Understanding the philosophical underpinnings of software engineering research in information systems. *Information Systems Frontiers*, v.3, n.2, p.169-183, 2001.
- GREGOR, S.; HEVNER, A. R. Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS Quarterly*, v.37, n.2, p. 337-356, 2013.
- GREGORY, S.A. *The design method*. Butterworths: London, 1966.
- HEVNER, A.R.; MARCH, S.T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, v.28, n.1, p.75-105, 2004.
- HEVNER, A.R.; CHATTERJEE, S. *Design science research in information systems*. Springer: [s.l.], 2010.
- HEVNER, A.R. A three cycle view of design science research, *Scandinavian journal of information systems*, v.19, n.2, p.4, 2007.
- IIVARI, J. A paradigmatic analysis of information systems as a design science. *Scandinavian Journal of Information Systems*, v.19, n.2, p.5, 2007.
- KUECHLER, W.; VAISHNAVI, V. The emergence of design research in information systems in North America. *Journal of Design Research*, v.7, n.1, p. 1-16, 2008.
- KUHN, T. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- LACERDA, D.P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A; JÚNIOR, J. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gest. Prod.*, São Carlos, v.20, n.4, p.741-761, 2013.
- MARCH, S.T.; SMITH, G.F. Design and natural science research on information technology. *Decision support systems*, v.15, n.4, p. 251-266, 1995.
- NUNAMAKER JR., J.F.; CHEN, M. Systems development in information systems research. *System Sciences, Proceedings of the Twenty-Third Annual Hawaii International Conference*, IEEE, p. 631-640, 1990.
- SIMON, Herbet. *The sciences of artificial*. MIT Press, 1996.
- TAKAHASHI, Ricardo H.C. *A estrutura do conhecimento tecnológico do tipo científico*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 213p., 2009.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. *Design research in information systems*. 2009. Disponível em: <desrist.org/design-research-in-information-systems>. Acesso em: 18 jul. 2014.

VAKKARI, P. Library and information science: it's content and scope. In: Godden Irene, P., (Org.). *Advances in librarianship*, San Diego, 1994.

VISSER, W. *The Cognitive artifacts of designing*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

WIERINGA, R. Design science as nested problem solving, *Proceedings of the 4th int. conf. on design science research in information systems and technology*. ACM, p.8, 2009.

WIERINGA, R.; HEERKENS, J. The methodological soundness of requirements engineering papers: a conceptual framework and two case studies. *Req. Eng.*, v.11, n.4, p.295-307, 2006.

WIERINGA, R. Case study research in information systems engineering. *Anais eletrônicos... CAiSE*, 2013. Tutorial. Disponível em: <<http://wwwhome.cs.utwente.nl/~roelw/case-studies-CAiSE-2013-Wieringa.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2014.