

Pesquisa acadêmica e avanços em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I): uma proposta de aproximação pela *Design Science*

DONIZETI LEANDRO DE SOUZA ^{1 2}

THAIS ASSIS DE SOUZA ^{1 3}

ANDRE LUIZ ZAMBALDE ¹

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), LAVRAS – MG, BRASIL

² INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS (IFSULDEMINAS), POUSO ALEGRE – MG, BRASIL

³ UNIVERSITY PARIS-SACLAY / CENTRALESUPÉLEC, GIF-SUR-YVETTE, FRANÇA

Resumo

Diversas críticas têm sido atribuídas às universidades pela falta de integração das pesquisas acadêmicas com as demandas da sociedade. Assim, o objetivo deste ensaio teórico é refletir sobre a utilização da *Design Science* como abordagem capaz de contribuir para uma aproximação das pesquisas acadêmicas com as atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), alinhando os esforços da academia às necessidades da sociedade. Para tanto, é apresentado um background teórico sobre novas formas de avaliação da pesquisa acadêmica, assim como os fundamentos da *Design Science* em relação aos de outras abordagens de pesquisa, destacando seus pressupostos ontológicos, epistemológicos, metodológicos e axiológicos. Por fim, são apresentados um modelo conceitual da *Design Science* e sua potencial utilidade para novas formas de produção científica e tecnológica, considerando os ciclos de relevância, design e rigor e ressaltando a importância do método *Design Science* (DSR) na condução de pesquisas orientadas pelo uso dos resultados. Tal perspectiva pode despertar novas reflexões e debates no ambiente acadêmico sobre formas alternativas para o desenvolvimento e a avaliação de pesquisas científicas e tecnológicas.

Palavras-chave: *Design Science*. CT&I. Pesquisa acadêmica. Universidade. Inovação.

Aligning academic research and Science, Technology, and Innovation (ST&I): a proposal using Design Science

Abstract

Universities have been criticized for the lack of integration of academic research with societies' demands. This theoretical essay reflects on the use of the Design Science approach to align academic research with activities of science, technology, and innovation (ST&I) addressing societal needs. The study presents a theoretical background on new forms of evaluation of academic research and on the foundations of Design Science in relation to other research approaches, highlighting its ontological, epistemological, methodological, and axiological assumptions. Finally, we present a conceptual model of Design Science and its potential utility for new forms of scientific and technological production, considering the cycles of relevance, design, and rigor. We also highlight the importance of the Design Science Research (DSR) in conducting result-oriented studies. Such a perspective can foster new reflections and debates in the academic field about alternative ways to develop and evaluate scientific and technological research.

Keywords: Design Science. ST&I. Academic research. University. Innovation.

Investigación académica y avances en ciencia, tecnología e innovación (CT&I): una propuesta de aproximación por la design science

Resumen

Varias críticas han sido atribuidas a las universidades por la falta de integración de la investigación académica con las demandas de la sociedad. El objetivo de este ensayo teórico es reflexionar sobre el uso de la *design science* como un enfoque capaz de contribuir a una aproximación de la investigación académica con actividades relacionadas con ciencia, tecnología e innovación (CT&I), alineando los esfuerzos de la academia con las necesidades de la sociedad. Para esto, se presenta una base teórica sobre nuevas formas de evaluación de la investigación académica, así como los fundamentos de la *design science* en relación con otros enfoques de investigación, destacando sus supuestos ontológicos, epistemológicos, metodológicos y axiológicos. Finalmente, presentamos un modelo conceptual de *design science* y su utilidad potencial para nuevas formas de producción científica y tecnológica, considerando los ciclos de relevancia, diseño y rigor, así como destacando la importancia del método *design science* (DSR) en la realización de investigaciones orientadas por el uso de los resultados. Tal perspectiva puede despertar nuevas reflexiones y debates en el campo académico sobre formas alternativas para el desarrollo y la evaluación de la investigación científica y tecnológica.

Palabras clave: *Design science*. CT&I. Investigación académica. Universidad. Innovación.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a busca por pesquisas relevantes, capazes de contribuir para o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo da sociedade, tem sido parte de um discurso recorrente de governos, estudiosos e da própria academia (GIBBONS, LIMOGES, NOWOTNY et al., 1994; VAN AKEN, 2004, 2005; HESSELS e LENTE, 2008; SCHWARTZMAN, 2008; EUROPEAN COMMISSION, 2010; BORNMANN, 2013; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; MCNIE, PARRIS e SAREWITZ, 2016).

Parte desse problema deve-se à divisão entre os acadêmicos, preocupados com o rigor, e os praticantes, preocupados com a relevância (HODGKINSON, HERRIOT e ANDERSON, 2001; VAN AKEN, 2004). A consequência dessa divisão tem gerado uma fragmentação das pesquisas acadêmicas (ANDERSON, HERRIOT e HODGKINSON, 2001), contribuindo para que dualidades como rigor e relevância, teoria e prática, academia e sociedade pareçam barreiras intransponíveis nos modelos de pesquisas tradicionais (AVENIER, 2010).

Na literatura é possível identificar algumas pesquisas que tentaram superar estas dualidades por meio das seguintes abordagens teóricas: Finalization in Science (BÖHME, VAN DEN DAELE, HOHLFED et al., 1983); pesquisas e ciências estratégicas (HESSELS e LENTE, 2008); ciência pós-normal (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1993; HESSELS e LENTE, 2008); modo 2 de produção do conhecimento (GIBBONS, LIMOGES, NOWOTNY et al., 1994; HESSELS e LENTE, 2008; BORNMANN, 2013); sistemas de inovação (HESSELS e LENTE, 2008); capitalismo acadêmico (SLAUGHTER e LESLIE, 1997; HESSELS e LENTE, 2008); modelo da trílice hélice (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 2000) e ciência pós-acadêmica (HESSELS e LENTE, 2008).

No entanto, percebem-se que tais reflexões pouco evoluíram para resultados práticos. Segundo Holmstrom, Ketokivi e Hameri (2009), os esforços ambiciosos em vários campos de estudos para tornar as pesquisas acadêmicas mais relevantes permanecem indefinidos ao longo de décadas, pois os interesses da academia parecem não convergir para as demandas da sociedade, o que faz emergir a necessidade de novas abordagens de pesquisa.

A questão que se coloca para grande parte das pesquisas acadêmicas é que os pesquisadores ainda acreditam que a missão de seus estudos deve ser orientada para o entendimento do mundo sobre como ele é. Assim, muitos pesquisadores têm receio do tipo de pesquisa que procura desenvolver conhecimentos capazes de melhorar o mundo, lidando com novas formas de investigação sobre como o mundo poderia ser (VAN AKEN, 2004, 2005; PANDZA e THORPE, 2010; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Segundo Van Aken (2005), grande parcela das pesquisas acadêmicas, especialmente no campo da gestão, possui baixa relevância por concentrar esforços em explicar, descrever, explorar ou predizer fenômenos e suas relações, em lugar de propor soluções para resolver os problemas do cotidiano. Assim, orientar estudos por demandas estratégicas, guiadas para soluções, tem se tornado um grande desafio para as universidades, especialmente as públicas, uma vez que a sociedade tem exigido uma postura mais efetiva sobre suas ações (SCHWARTZMAN, 2008; MCTI, 2016).

Nesse contexto, a *Design Science* (ciência do projeto) posiciona-se como uma abordagem alternativa útil, capaz de orientar as pesquisas acadêmicas na busca por resultados mais relevantes, sem desconsiderar o rigor científico da academia (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004, 2005; MANSON, 2006; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018; DENG e JI, 2018; HEVNER, BROCKE e MAEDCHE, 2019). Tal abordagem favorece a construção de um tipo de conhecimento transdisciplinar, contrariando a lógica do produtivismo acadêmico ao buscar soluções concretas para os problemas da sociedade (GIBBONS, LIMOGES, NOWOTNY et al., 1994; ANDERSON, HERRIOT e HODGKINSON, 2001; HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004, 2005; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Assim, o objetivo deste ensaio teórico é refletir sobre a *Design Science* como abordagem capaz de contribuir para uma aproximação das pesquisas acadêmicas com as atividades de CT&I, alinhando os esforços da academia com as necessidades da sociedade. Tal perspectiva poderá facilitar o direcionamento de pesquisas ou tecnologias orientadas para o uso (BALBACHEVSKY, 2008; AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012; MUSCIO, QUAGLIONE e VALLANTI, 2013).

Apesar de alguns estudiosos considerarem a *Design Science* um paradigma de pesquisa, com propósitos, metodologias e natureza distintos (VAN AKEN, 2004; VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006; AVENIER, 2010; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; VAN AKEN CHANDRASEKARAN e HALMAN, 2016; DENG e JI, 2018; HEVNER, BROCKE e MAEDCHE, 2019; SYED, DHILLON e MERRICK, 2019), neste ensaio teórico será adotado o termo “abordagem de pesquisa” por se entender que se trata de um campo de estudo ainda em construção e desconhecido por grande parte da academia (VAN AKEN, CHANDRASEKARAN e HALMAN, 2016; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018), mostrando-se carente de novos debates e aprofundamentos teóricos.

AVALIAÇÃO DAS PESQUISAS ACADÊMICAS POR MEIO DE SUA RELEVÂNCIA

A pesquisa científica e tecnológica tem sido cada vez mais reconhecida como uma atividade importante para a geração da inovação e para a promoção de um desenvolvimento econômico e social sustentável (HEINZE, SHAPIRA, ROGERS e SENKER, 2009; EUROPEAN COMMISSION, 2010; BORGES, 2016). Nesse contexto, as pesquisas acadêmicas vêm passando por mudanças nas últimas décadas, devido, principalmente, à escassez de recursos e à noção de que a ciência deve assumir sua parcela de responsabilidade na solução de problemas da sociedade (AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012).

Relatório da Comissão Europeia destacou que o desempenho da pesquisa acadêmica deve ser considerado um fator importante no desenvolvimento dos países, principalmente para o fomento da inovação (EUROPEAN COMMISSION, 2010). Tradicionalmente, a avaliação da pesquisa acadêmica deu-se pelo número de publicações e citações. Em resposta às demandas por uma responsabilidade mais ampla das universidades, diversos países passam a dar mais atenção aos resultados e benefícios das pesquisas, especialmente em relação aos seus impactos sociais, econômicos, culturais e ambientais (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Tais mudanças têm pressionado universidades e instituições de pesquisa por resultados mais relevantes e efetivos (BALBACHEVSKY, 2008; AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012; MUSCIO, QUAGLIONE e VALLANTI, 2013). Desse modo, tem sido possível identificar novas iniciativas de avaliação das pesquisas acadêmicas por meio da qualidade de seus resultados em diversos países: Alemanha, Finlândia, França, Holanda, Itália, Reino Unido, Austrália, dentre outros (AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012).

Em resumo, as iniciativas apresentadas demonstram a necessidade de refletir sobre novas formas de planejamento e avaliação das pesquisas acadêmicas, valorizando a relevância e os impactos de seus resultados, tanto para a qualidade científica (publicações e citações), como para as contribuições culturais, econômicas e sociais (AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012).

No contexto brasileiro, o Fórum de Reflexão Universitária, criado em 1999 por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), já alertava sobre a necessidade de mudanças no planejamento e avaliação das pesquisas: elas se voltariam para um desenvolvimento sustentável e não divorciado da realidade, conforme ilustrado no trecho a seguir:

A pertinência de se investirem recursos públicos na pesquisa científica e tecnológica em qualquer país, sobretudo, em países em desenvolvimento como o Brasil, com notáveis carências sociais, deve ser sempre demonstrada com argumentos novos e eloquentes. Nesses tempos, em que a simples aritmética de publicações e citações começa a declinar, é necessário recuperar os argumentos humanistas que sustentam a nobreza da busca constante pelo conhecimento e os pragmáticos que indicam que a pesquisa é a base da inovação, essencial ao desenvolvimento econômico e à geração de riqueza (FÓRUM DE REFLEXÃO UNIVERSITÁRIA, 2002, p. 15).

O trecho citado já ressaltava a necessidade de mudanças na forma de produzir ciência no Brasil. Em uma hipótese otimista, os pesquisadores brasileiros estariam, enfim, paulatinamente, afastando-se de uma “[...] ciência, majoritariamente, reflexa em favor de uma ciência com maior autonomia, relevância, liderança local e, sobretudo, com implicações consequentes para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e cultural do Estado e do país” (FÓRUM DE REFLEXÃO UNIVERSITÁRIA, 2002, p. 16).

Essas discussões também foram evidenciadas no Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG), proposto pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2005 a 2010. Dentre os desafios apresentados, destacavam-se a preocupação com a indução estratégica nas pesquisas brasileiras e o impacto das atividades de pós-graduação no setor produtivo e na sociedade em geral (BRASIL, 2010).

Assim, a incorporação de estudos mais inovadores visando à promoção do desenvolvimento socioeconômico e à inclusão de parâmetros sociais nos processos de avaliação emergiram como demandas importantes no que diz respeito à excelência das pesquisas brasileiras, especialmente em relação às investigações acadêmicas (BRASIL, 2010).

Dentre as diversas críticas atribuídas ao sistema de pesquisa brasileiro, percebe-se uma valorização excessiva de indicadores acadêmicos, como números de publicações e citações, em detrimento do impacto social das pesquisas (SCHWARTZMAN, 2008). O atual sistema estimula um comportamento estereotipado dos pesquisadores, que tendem a aderir a rotinas reconhecidas como eficientes e legitimadas por instituições ou agências regulatórias para assegurar o acesso aos “valiosos” indicadores de desempenho (BALBACHEVSKY, 2008).

Diante disso, percebe-se que o modelo brasileiro de produção científica e tecnológica precisa evoluir para modelos de planejamento orientados pela relevância de seus resultados (SCHWARTZMAN, 2008; BRASIL, 2010). Apesar de não identificar uma definição precisa na literatura sobre o que seria um estudo relevante, Lima e Wood Júnior (2014) definem que há um consenso de que a noção de “relevância” da pesquisa científica remete a três etapas centrais: saídas, resultados e impactos.

As saídas seriam os “produtos” da atividade científica e tecnológica (artefatos), incluindo publicações, relatórios, patentes, *softwares*, entre outros. Os resultados seriam representados pelas atividades de investigação, podendo ser conceitual (uma nova teoria), prática (uma nova técnica) ou física (um novo produto). Os impactos seriam representados por contribuições (benéficos) geradas e/ou esperadas pela comunidade científica e/ou pela sociedade em geral (EUROPEAN COMMISSION, 2010; LIMA e WOOD JUNIOR, 2014). Tal entendimento aproxima-se do conceito adotado por Wood Junior, Costa, Lima e Guimarães (2016, p. 24), aos quais consideram o impacto social das pesquisas científicas como:

[...] o benefício recebido por indivíduos ou grupos, por uma organização (por exemplo, uma empresa privada ou pública, ou uma organização social), por um setor de atividades (por exemplo, uma cadeia produtiva), por um campo científico (por exemplo, o campo de estudos organizacionais ou o campo de gestão da tecnologia), ou, ainda, pela sociedade em geral, originado por processos relacionados à geração ou disseminação do conhecimento, e ao ensino, realizados no âmbito de instituições de ensino e pesquisa.

Trata-se de ampliar as métricas tradicionais, como números de publicações e citações, para uma agenda de pesquisa orientada pela definição explícita dos problemas da sociedade, e também pelas possíveis soluções para o desenvolvimento e o bem-estar da população, seja por meio da incorporação da inovação ou pela inclusão de parâmetros sociais na avaliação das pesquisas acadêmicas (SCHWARTZMAN, 2008; BRASIL, 2010).

Neste contexto, a *Design Science* tem-se mostrado uma abordagem interessante ao progresso da ciência, por valorizar a criação de artefatos tecnológicos e conhecimentos científicos relevantes para sistemas sociais e organizações (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004, 2005; BASKERVILLE, KAUL e STOREY, 2015; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018; DENG e JI, 2018).

Apesar dos estudos sobre *Design Science* não serem recentes (MARCH e SMITH, 1995; SIMON, 1996; ROMME, 2003; VAN AKEN, 2004, 2005; MARCH e STOREY, 2008; AVENIER, 2010; HEVNER e ANDERSON, 2014; NIINILUOTO, 2014; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018), a literatura sobre a temática pouco evoluiu ao longo de décadas, ganhando notoriedade somente a partir de 2000, com publicações nas áreas de Economia e Negócios, Administração e Sistemas da Informação.

Ademais, Van Aken, Chandrasekaran e Halman (2016), Baskerville, Baiyere, Gregor et al. (2018) e Deng e Ji (2018) destacam que os conceitos e aplicações da *Design Science* ainda representam um território desconhecido para muitos pesquisadores, especialmente na busca por estudos mais relevantes e orientados para a solução de problemas. Assim, faz-se necessária uma discussão sobre os fundamentos da *Design Science*, comparando seus pressupostos com outras abordagens de pesquisa.

FUNDAMENTOS DA DESIGN SCIENCE

A origem da *Design Science* pode ser atribuída à obra seminal do economista e psicólogo norte-americano Herbert A. Simon, *The sciences of the artificial*, de 1969 (VAN AKEN, 2004, 2005; MARCH e STOREY, 2008; AVENIER, 2010; HEVNER e ANDERSON, 2014; NIINILUOTO, 2014; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; DENG e JI, 2018). Em seus trabalhos, Simon chamou a atenção para o fato de que o mundo é mais artificial (manipulado pelo homem) do que natural. Ao atribuir valor a sistemas artificiais, como produtos, tecnologias, organizações e questões da sociedade, novas reflexões têm surgido sobre as limitações

das ciências tradicionais em gerar conhecimentos capazes de resolver os problemas do cotidiano (SIMON, 1996; VAN AKEN, 2004; AVENIER, 2010; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Em termos de propósito, a Design Science busca produzir artefatos capazes de satisfazer determinada situação desejada (HOLMSTRÖM, KETOKIVI e HAMERI, 2009), revelando-se como um tipo de pesquisa pragmática, orientada para a solução de problemas (ANDERSON, HERRIOT e HODGKINSON, 2001; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015). Apesar da ênfase na utilidade prática, esse tipo de pesquisa também valoriza o rigor teórico-metodológico como importante para a fundamentação e avaliação das investigações desenvolvidas (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018).

Em relação à natureza dos objetos, a Design Science entende questões sociais e organizacionais como artificiais, com propriedades descritivas e imperativas mal definidas. As pesquisas levam em conta que cada situação é única e se baseiam em propósitos, soluções satisfatórias, pensamento sistêmico e informações limitadas, além de enfatizarem a participação e o discurso como um meio de intervenção (ROMME, 2003).

Ao comparar a Design Science com paradigmas das ciências explicativas, como o positivismo e o interpretativismo, é possível notar algumas diferenças ontológicas, epistemológicas, metodológicas e axiológicas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1
Positivismo, interpretativismo e Design Science

	Positivismo	Interpretativismo	Design Science
Ontologia	Uma única realidade conhecível e probabilística, independentemente do pesquisador.	Múltiplas realidades socialmente construídas. Realidade e indivíduo não podem ser separados.	Múltiplas realidades, contextualmente situadas em estados de mundo alternativos por meio da interação entre a tecnologia e o social.
Epistemologia	Objetiva. O observador assume uma postura imparcial da verdade.	Subjetiva. O conhecimento é gerado mediante construção social do mundo com base em experiências, valores e objetivos dos pesquisadores.	Conhecimentos emergem da ação humana, construída dentro de um contexto específico em que definições iterativas revelam significados.
Metodologia	Observacional, quantitativa e estatística.	Participativa, qualitativa. Hermenêutica e dialética.	Métodos mistos de pesquisa com o objetivo de medir o impacto de artefatos no sistema como um todo.
Axiologia	Verdade universal e bela; predição.	Compreensão é descritiva e situada no contexto.	Controle; criação; melhoria; compreensão.

Fonte: Adaptado de Vaishnavi e Kuechler (2004) e Manson (2006).

A visão ontológica da Design Science reconhece a possibilidade de alterar estados de mundo por meio da introdução de novos artefatos. Assim, essa abordagem assume múltiplas realidades de mundo, em que o foco não está mais nas leis naturais ou nas percepções dos indivíduos, mas nos estados de mudanças gerados pela interação entre novas tecnologias com o mundo social (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006).

A visão epistemológica sustenta que o conhecimento é gerado por meio da ação humana. O pesquisador investiga fatos (problemas) e entende o que eles querem dizer por meio de processos iterativos de construção de significados. Com base nos significados, um artefato é construído para a solução de problemas em contextos específicos, considerando sua funcionalidade e relevância (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006).

A metodologia utilizada nas pesquisas orientadas pela Design Science tende a ser dualista por natureza. Durante a fase de concepção e construção da pesquisa, a metodologia pode ser caracterizada como um processo criativo, pois envolve a geração de novos pensamentos e saltos imaginativos para possibilidades futuras (MANSON, 2006). Já na fase de avaliação, diversos métodos podem ser utilizados para medir a eficácia do artefato proposto (MANSON, 2006). Dessa forma, admite-se a utilização de métodos mistos.

Ademais, em termos axiológicos, o pesquisador fundamentado na abordagem da *Design Science* valoriza a verdade e o entendimento, mas vai além destes ao influenciar e controlar o ambiente. A relevância das investigações também é enfatizada, pois um projeto de pesquisa bem-sucedido busca valorizar novas práticas ou funcionalidades de determinado conhecimento para fornecer novas descobertas aos campos de pesquisa investigados (VAN AKEN, 2004; VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006).

Diferentemente do positivismo e do interpretativismo, uma pesquisa fundamentada na *Design Science* pode atender os interesses dos acadêmicos (rigor) e dos praticantes (relevância) em investigações nas quais os processos de concepção e avaliação de produtos, teorias, tecnologias ou outros formatos de artefatos são orientados para a solução de problemas do mundo real (MARCH e SMITH, 1995; SIMON, 1996; VAN AKEN, 2005; BASKERVILLE, KAUL e STOREY, 2015; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Enquanto as pesquisas orientadas pelas ciências explicativas preocupam-se em descrever problemas sobre “como as coisas são”, as pesquisas orientadas pela *Design Science* vão além ao buscar propor soluções (heurísticas) sobre “como as coisas poderiam ser”, visando atingir objetivos e resolver problemas do cotidiano (SIMON, 1996; VAN AKEN, 2004, 2005; PANDZA e THORPE, 2010; NIINILUOTO, 2014; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; VAN AKEN e CHANDRASEKARAN; HALMAN, 2016; DENG e JI, 2018; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018).

Tem-se ainda o fato de que as pesquisas orientadas pelas ciências explicativas buscam a compreensão de situações ou eventos já ocorridos, enquanto as pesquisas orientadas pela *Design Science* empenham-se em investigar e alterar eventos futuros (VAN AKEN, 2004, 2005). O pesquisador sai de uma posição de observador da realidade e assume uma postura de protagonista ao propor soluções para uma classe de problemas (VAN AKEN, 2004).

No entanto, apesar das diferenças apresentadas, Van Aken (2004) afirma que o progresso da *Design Science* baseia-se na parceria eficaz entre as ciências explicativas e as ciências do *design*, o que contribui para o desenvolvimento de regras tecnológicas testadas e fundamentadas. Um pesquisador pode projetar uma asa de avião com base em testes e regras heurísticas (*Design Science*). No entanto, tal ação pode ser mais eficiente quando orientada por meio de leis e conhecimentos da aerodinâmica e da mecânica (ciências explicativas).

Assim, embora comparações entre a *Design Science* com outras abordagens de pesquisa sejam importantes, diversos autores destacam que não há oposição, mas sim complementaridade, pois somente com a combinação dessas abordagens será possível avanços em diversas áreas do conhecimento (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004; HOLMSTRÖM, KETOKIVI e HAMERI, 2009; AVENIER, 2010; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; VAN AKEN, CHANDRASEKARAN e HALMAN, 2016).

PESQUISA ACADÊMICA E AVANÇOS EM CT&I: APROXIMAÇÃO PELA DESIGN SCIENCE

Com base nos conceitos apresentados, diversos pesquisadores apontam que uma maior adoção da *Design Science* nas pesquisas acadêmicas poderia melhorar a qualidade dos seus resultados, tanto na produção científica, como na geração de inovações (VAN AKEN, 2004, 2005; HOLMSTRÖM, KETOKIVI e HAMERI, 2009; CRONHOLM, GÖBEL, LIND et al., 2013; HEVNER e ANDERSON, 2014; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018; HEVNER, BROCKE e MAEDCHE, 2019; SYED, DHILLON e MERRICK, 2019).

Verkerke, Houwen, Broekhuis et al. (2013) afirmam que ciência e *design* sempre foram áreas separadas por propósitos específicos. Enquanto a ciência analisa o mundo existente para criar novos conhecimentos, o *design* usa o conhecimento existente para criar um novo mundo. No entanto, estas perspectivas podem convergir para uma visão mais ampla dos problemas na realidade. O *design* pode se beneficiar dos métodos científicos, resultando em processos de planejamento mais eficazes e em melhores produtos. Já a ciência pode se beneficiar de uma abordagem de *design*, resultando em resultados científicos mais relevantes (VERKERKE, HOUWEN, BROEKHUIS et al., 2013).

Assim, ciência e *design* mostram-se importantes, pois objetivos teóricos permitem conduzir pesquisas descritivas, enquanto os pragmáticos permitem conduzir pesquisas prescritivas e orientadas para a mudança (BASKERVILLE, KAUL e STOREY, 2015). Ao considerar *design* e ciência como requisitos complementares e essenciais, tal abordagem favorece a construção de um

tipo de conhecimento transdisciplinar, destinado à relevância e ao rigor (VAN AKEN, 2004, 2005; ANDERSON, HERRIOT e HODGKINSON, 2001).

Diante das limitações e críticas das pesquisas acadêmicas na promoção de avanços científicos e tecnológicos (BALBACHEVSKY, 2008; AURANEN e NIEMINEN, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2010; HICKS, 2012; MUSCIO, QUAGLIONE e VALLANTI, 2013; BORGES, 2016; MCTI, 2016), a *Design Science* mostra-se uma alternativa viável para aproximar a pesquisa acadêmica das ações de CT&I, principalmente em países com baixa capacidade tecnológica como o Brasil (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Cronholm, Göbel, Lind et al. (2013) destacam que a academia é um ambiente potencial para o desenvolvimento de pesquisas orientadas pela *Design Science*, principalmente por aproximar os grupos de pesquisas com outras organizações na geração de inovações e por apoiar no planejamento e no direcionamento de investigações futuras.

Baskerville, Baiyere, Gregor et al. (2018, p. 368) apontam: “[...] como as teorias podem ser práticas, os artefatos de *design* também podem incorporar a teoria”. Tais características podem superar o dualismo ciência-tecnologia em ciclos iterativos de construção científica e tecnológica, considerando suas contribuições para a evolução de ambas. Dessa forma, suas contribuições residem na possibilidade de introdução de conhecimentos científicos já existentes na proposição de artefatos em novos contextos de aplicações. Além disso, permitem a adição de contribuições prescritivas de artefatos para estender e generalizar novas contribuições científicas (BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018).

Para facilitar a caracterização de pesquisas orientadas pela *Design Science*, Hevner, March, Park et al. (2004) destacaram sete diretrizes principais: (i) *design* como um artefato; (ii) relevância do problema; (iii) contribuição da pesquisa; (iv) rigor científico; (v) *design* como um processo; (vi) avaliação do projeto; e (vii) comunicação da pesquisa. Estas diretrizes, quando aplicadas no planejamento das pesquisas acadêmicas, poderiam tornar os resultados mais rigorosos e relevantes, favorecendo o avanço de ações no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

A primeira diretriz leva em conta que uma pesquisa orientada pela *Design Science* deve desenvolver um artefato inovador (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004). O desenvolvimento de um artefato por meio de construtos, modelos, métodos, instanciações, dentre outras formas, permite que os pesquisadores resolvam problemas organizacionais, melhorem estruturas sociais, desenvolvam novas tecnologias ou aprimorem teorias (MARCH e SMITH, 1995; SIMON, 1996; HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

No entanto, o desenvolvimento do artefato deve estar sempre associado a um problema relevante (segunda diretriz) bem como a suas possíveis contribuições (terceira diretriz). A preocupação com a relevância e as contribuições das pesquisas representam, assim, importantes diretrizes da *Design Science* para as pesquisas acadêmicas e para a promoção de avanços no SNCTI (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004, 2005; HOLMSTRÖM, KETOKIVI e HAMERI, 2009; CRONHOLM, GÖBEL, LIND et al., 2013; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Pesquisas orientadas pela *Design Science* também devem valorizar o rigor teórico-metodológico (quarta diretriz) pelo qual serão conduzidas. O rigor garante a produção de conhecimentos legitimados pela comunidade científica, permitindo estender os resultados em outros contextos similares (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004, 2005; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Segundo Hevner, March, Park et al. (2004), o processo de construção do artefato é, inerentemente, iterativo, assim as atividades de *design* devem ocorrer em todo o processo da pesquisa (quinta diretriz). Diferentemente de outras abordagens, o que se busca não é a solução ótima para determinado problema e sim a solução mais eficaz. Nesse contexto, criatividade e estratégias heurísticas mostram-se habilidades necessárias ao longo da pesquisa.

Diferentes representações de um problema podem fornecer técnicas variadas para medir quão boa é uma solução (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004) – o que seria útil à pesquisa acadêmica ao permitir novos processos de abstração e reflexão sobre soluções satisfatórias para determinado problema, permitindo avanços teóricos e/ou metodológicos.

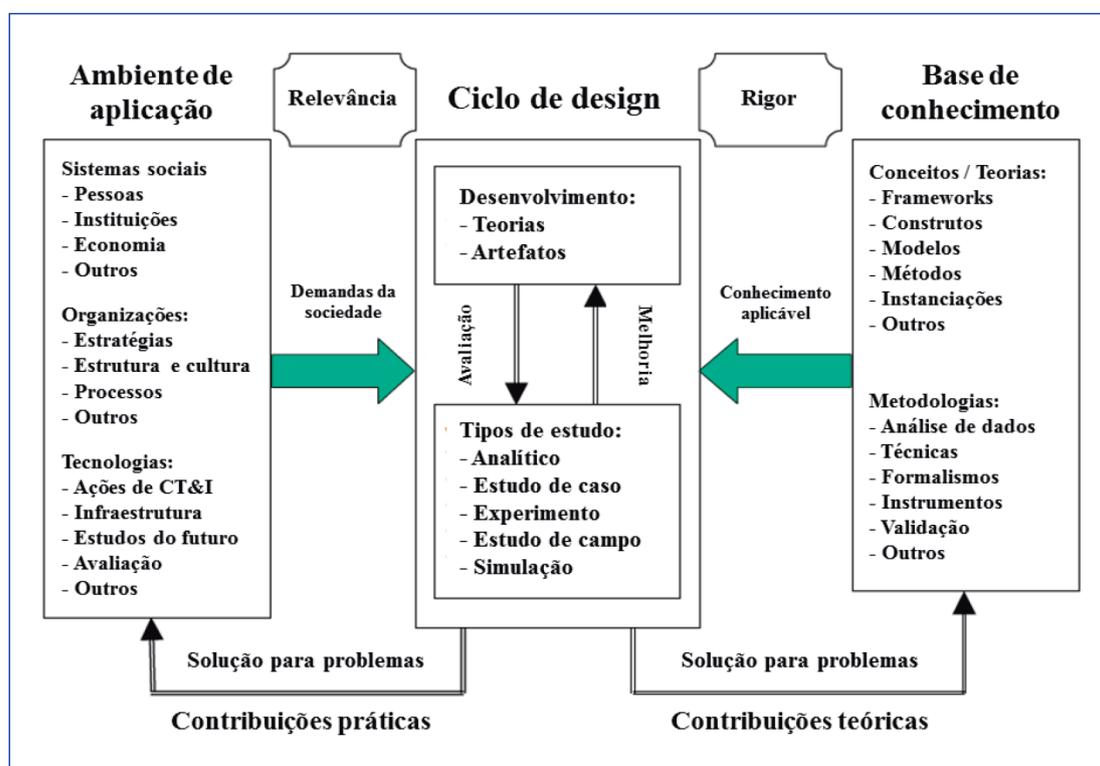
Uma vez identificados os artefatos capazes de gerar soluções satisfatórias, a avaliação da pesquisa (sexta diretriz) evidencia-se como um processo essencial (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007). Essa diretriz de avaliação pode ser de grande valia para demonstrar, rigorosamente, a utilidade, a qualidade e a eficácia de um artefato. A avaliação fornece o *feedback* essencial para o desenvolvimento do artefato, desde a etapa de planejamento até a etapa de conclusão da pesquisa (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; MANSON, 2006).

Por fim, os resultados da pesquisa devem ser comunicados (sétima diretriz) de forma eficaz aos diversos públicos de interesse (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004). Isso permite aos pesquisadores legitimar os conhecimentos gerados, bem como à sociedade tirar proveito dos resultados, uma vez que eles derivam de algum problema e/ou demanda da sociedade (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; GREGORY, 2015).

Ademais, as pesquisas orientadas pela Design Science envolvem a interação de três ciclos principais: (i) relevância; (ii) rigor e (iii) *design* (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007). O ciclo de relevância diz respeito às demandas da sociedade em termos de sistemas sociais, organizações e tecnologias. O ciclo de rigor pode ser representado pelos conhecimentos existentes e pela proposição de novas regras tecnológicas. Por fim, o ciclo de *design* refere-se aos processos de soluções para as demandas, seja por meio de novas teorias ou artefatos (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Nesse sentido, considerando as diretrizes e os ciclos discutidos por Hevner, March, Park et al. (2004) e Hevner (2007), assim como seus benefícios potenciais, tem-se a proposição de um modelo para pesquisas orientadas pela Design Science, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1
Modelo para pesquisas orientadas pela Design Science



Fonte: Adaptada de Hevner, March, Park et al. (2004).

O modelo representa a estrutura conceitual para compreensão, execução e avaliação de pesquisas orientadas pela Design Science. Por um lado, o modelo aborda etapas das ciências explicativas, buscando descrever, explicar ou prever fenômenos. Por outro lado, aborda etapas das ciências do *design*, buscando atender as demandas por meio do desenvolvimento de teorias ou artefatos orientados à solução de problemas (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2004; HEVNER, 2007; BASKERVILLE, KAUL e STOREY, 2015).

O ambiente de aplicação orienta o problema de pesquisa (ciclo de relevância), podendo envolver: (i) sistemas sociais relacionados a pessoas, instituições, questões econômicas, dentre outros; (ii) empresas (negócios), no que se refere a estratégias, estruturas e cultura organizacional, novos processos, dentre outros; e (iii) tecnologias, com fortalecimento de ações de CT&I, questões

pertinente à infraestrutura, estudos estratégicos, processos de avaliação, dentre outros. Esses ambientes de aplicação permitem o desenvolvimento de pesquisas mais relevantes e orientadas pelo uso de seus resultados.

Hevner, March, Park et al. (2004) destacam que uma boa pesquisa geralmente começa identificando oportunidades e/ou problemas em ambientes específicos. Nesse contexto, considera-se que, independentemente das especificidades dos grupos de pesquisa e dos pesquisadores envolvidos, o modelo de planejamento, para a geração de resultados mais relevantes, pode orientar-se por diversas demandas ou necessidades futuras, sejam elas de natureza científica, social ou econômica.

Essa etapa do planejamento refere-se ao processo de conscientização, responsável pela identificação de demandas para iniciar a investigação (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006). O modelo pode apoiar os pesquisadores na identificação de demandas mais amplas da sociedade. Sob essa perspectiva, um grupo de pesquisa de Engenharia poderia, por exemplo, orientar seus estudos por demandas da indústria. Já um grupo de pesquisa de Ciências Humanas poderia orientar seus estudos por demandas sociais ou propor estudos capazes de resolver lacunas do conhecimento científico, contemplando diferentes interesses e campos de atuação.

A identificação de demandas da sociedade representaria o ciclo de relevância proposto no modelo conceitual. Conforme apresentado por Hevner, March, Park et al. (2004) e Hevner (2007), o ciclo de relevância favorece a identificação de problemas ou oportunidades de pesquisas, alinhando as demandas da sociedade aos esforços das investigações. Assim, as pesquisas poderiam ser direcionadas a demandas de sistemas sociais, organizações, tecnologias, dentre outros ambientes de aplicação ou interesses de pesquisadores e/ou grupos de pesquisa.

Identificadas demandas relevantes, inicia-se o ciclo de *design* por meio de planejamento e avaliação de artefatos capazes de apresentar soluções aos problemas definidos no ciclo de relevância. Ao considerar o ciclo de *design* mediante construção e avaliação de “artefatos”, novas possibilidades se abrem, pois uma pesquisa pode ser planejada para gerar novos construtos, modelos, métodos, instanciações ou contribuições teóricas (MARCH e SMITH, 1995; SIMON, 1996; VAN AKEN, 2005; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Sob essa perspectiva, o produto de uma pesquisa pode ser traduzido em três tipos de contribuição: (i) de natureza científica, como avanços para *gaps* do conhecimento científico; (ii) de natureza econômica, como a geração de patentes e soluções para o setor produtivo, e (iii) de natureza social, por meio de políticas públicas, inovações sociais, dentre outras ações capazes de melhorar a qualidade de vida da população.

O ciclo de *design* refere-se a uma etapa central, pois representa o processo de construção de conhecimentos na forma de artefatos capazes de gerar soluções a diferentes naturezas de contribuições científicas, econômicas ou sociais, favorecendo o delineamento das pesquisas e seus processos ou etapas (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; MANSON, 2006; HEVNER, 2007; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Nessa etapa, mostra-se necessária a utilização de conhecimentos já existentes, como leis, teorias, metodologias e/ou tecnologias capazes de explicar ou prever os fenômenos investigados. A utilização desses conhecimentos garante o rigor teórico/metodológico das pesquisas, permitindo melhorar e/ou avaliar novas contribuições científicas.

A identificação dos conhecimentos prévios (estado da arte e da técnica) representaria o ciclo de rigor, responsável por identificar teorias, métodos e tecnologias apropriados para a construção, fundamentação e avaliação do artefato (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015). O ciclo de rigor garante a produção de conhecimentos científicos e/ou tecnológicos por meio de processos legitimados pela academia, permitindo estender os resultados em contextos similares (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; HEVNER, 2007; VAN AKEN, 2004, 2005; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

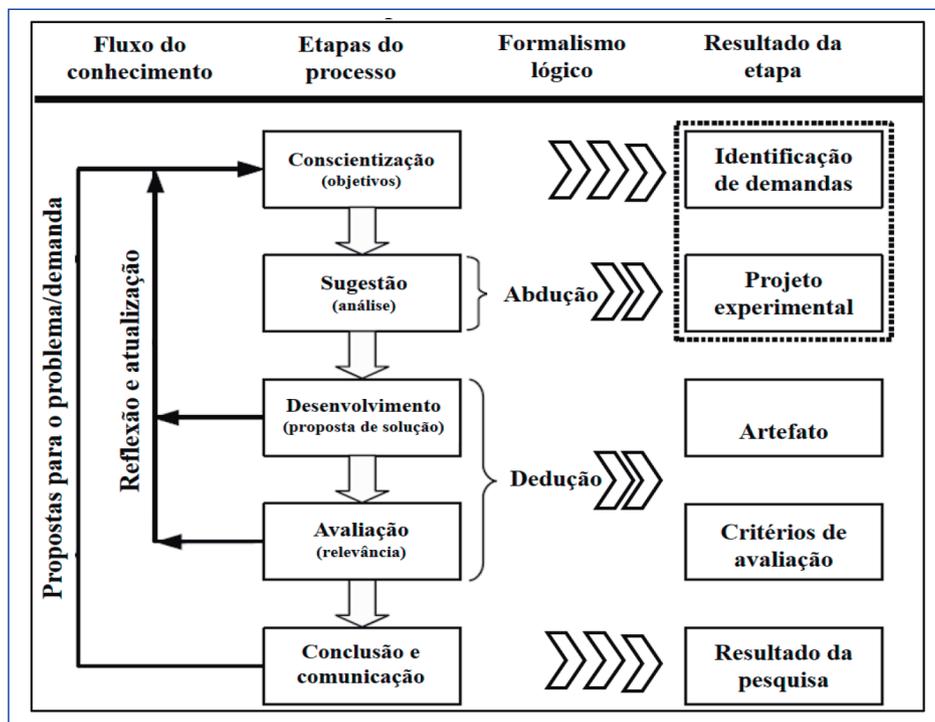
Hevner e Anderson (2014), além de Baskerville, Baiyere, Gregor et al. (2018), destacam que a Design Science tem um claro potencial para melhorar as práticas atuais de evolução científica e tecnológica, uma vez que fornece uma linguagem unificadora e um conjunto de conceitos que permitem encontrar soluções criativas em domínios de aplicação estratégicos na sociedade.

O foco deixa de ser a compreensão das leis naturais ou dos sistemas sociais e passa a ser a construção de artefatos orientados à solução de problemas da sociedade (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; VAN AKEN, 2005; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015; DENG e JI, 2018; BASKERVILLE, BAIYERE, GREGOR et al., 2018; HEVNER, BROCKE e MAEDCHE, 2019).

Para facilitar o desenvolvimento de pesquisas orientadas pela Design Science, o uso do método Design Science Research (DSR) torna-se fundamental. Ele estrutura-se por processos de planejamento, análise, reflexão e abstração (MARCH e SMITH, 1995; VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; DRESCH, LACERDA e MIGUEL, 2015).

Segundo Manson (2006), o método DSR é composto por duas etapas essenciais: (i) construção do artefato e (ii) avaliação. A etapa de construção do artefato envolve processos criativos de conscientização sobre determinados problemas/demandas e as possíveis sugestões para solucioná-los. Já a etapa de avaliação envolve processos de testes sobre a utilidade e a relevância do artefato proposto, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2
Etapas do método DSR



Fonte: Adaptada de Manson (2006, p. 163).

O método DSR pode ser compreendido como uma alternativa concreta para a condução de pesquisas de cunho científico e tecnológico, constituindo-se em uma abordagem de rigor científico, capaz de colocar a inteligência universitária a serviço dos enormes desafios estratégicos. Além de explorar, descrever ou explicar determinado fenômeno, o método DSR permite projetar soluções (DRESCH, LACERDA e MIGUEL, 2015).

O processo de pesquisa inicia-se quando o pesquisador toma conhecimento sobre determinado problema e/ou demanda (ciclo de relevância). A conscientização do pesquisador pode partir de demandas sociais, da indústria, do governo, de uma tecnologia emergente, dentre outros. O resultado dessa etapa deve ser a construção de uma proposta formal ou informal para iniciar uma investigação (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006).

Identificada uma demanda relevante, o pesquisador deve analisar as possíveis sugestões para solucionar o problema proposto, dando origem à etapa de sugestão (ciclo de *design*). Nesta etapa o pesquisador precisa concentrar-se no problema real, mantendo atenção nas possíveis variáveis capazes de interferir no desenvolvimento de teorias ou de artefatos, tais como: pessoas, organizações, tecnologias e conhecimentos existentes (HEVNER, MARCH, PARK et al., 2004; MANSON, 2006; BECK, WEBER e GREGORY, 2013).

O processo de propor soluções para um projeto experimental deve ser essencialmente criativo; assim, o método abdutivo manifesta-se o formalismo lógico ideal nesta etapa da pesquisa (MANSON, 2006). O método abdutivo “[...] consiste em estudar

fatos e propor uma teoria para explicá-los. Logo, a abdução é um processo de criar hipóteses explicativas para determinado fenômeno e/ou situação” (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015, p. 62).

Diferentemente dos métodos indutivos e hipotético-dedutivos, Haig (2005) destaca que o método abdução valoriza a resolução de problemas como parte essencial de sua caracterização. Analisadas as possíveis soluções, passa-se à etapa de desenvolvimento da pesquisa. Nela, o pesquisador construirá um ou mais artefatos para resolver determinado problema teórico e/ou prático, devendo este ser avaliado por meio de critérios previamente definidos (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006).

O que se busca é construir heurísticas que permitam generalizações em contextos similares. Desvios do comportamento esperado do artefato forçam os pesquisadores a gerarem novas sugestões e novos ciclos de reflexão e atualização (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; HAIG, 2005; MANSON, 2006; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Nas etapas de desenvolvimento e avaliação (ciclo de rigor), o método dedutivo permite usar conhecimentos e teorias existentes para propor elementos que poderão explicar ou prever certos fenômenos. O método dedutivo caracteriza-se pelo uso da lógica na construção do conhecimento. Ao conhecer leis ou teorias e utilizá-las de forma dedutiva, o pesquisador pode construir outros conhecimentos para explicar ou prever o comportamento do artefato proposto (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Conforme asseveram Vaishnavi e Kuechler (2004) e Manson (2006), o método DSR leva em conta abordagens construtivistas (início do processo) e reflexivas (durante o processo) para o entendimento e a mudança da realidade. Após essas etapas, os pesquisadores registram o comportamento do artefato e o comparam com previsões identificadas por meio de métodos abdução. Essas observações são interpretadas e a base para novas descobertas.

Por sua vez, a etapa de conclusão consiste na formalização de todo o processo de construção do conhecimento e sua comunicação com o público de interesse (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004; MANSON, 2006; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015). Essa etapa representa a consolidação dos resultados da pesquisa por meio de estudos científicos (tese, artigos, etc.) a serem divulgados em comunidades científicas específicas.

Nesse contexto, percebe-se que a Design Science representa uma abordagem alternativa para a promoção de avanços em CT&I, ao contribuir para os seguintes desafios: (i) reduzir a distância entre o desenvolvimento teórico e suas repercussões práticas; (ii) aproximar a academia de outras instituições não acadêmicas; (iii) promover o desenvolvimento científico e tecnológico; e (iv) gerar soluções para os problemas da sociedade (BASKERVILLE, KAUL e STOREY, 2015; DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de importantes, abordagens de pesquisa com cunho explicativo, descritivo e/ou explorativo podem resultar em produções científicas distanciadas de um contexto real, inerentemente composto por complexidades que geram demandas de soluções às questões relacionadas. Com o objetivo de refletir sobre uma abordagem alternativa e complementar, capaz de contribuir para uma aproximação das pesquisas acadêmicas com as atividades de CT&I, este ensaio teórico destacou o potencial da Design Science no desenvolvimento de estudos mais pragmáticos e estratégicos.

Com este intuito e visando expandir a compreensão de conceitos, apresentou-se um modelo conceitual para a compreensão, execução e avaliação de pesquisas orientadas pela Design Science. Além disso, ressaltou-se a importância do método DSR na condução dessas investigações, considerando as etapas de construção e avaliação de artefatos tecnológicos e conhecimentos científicos.

Os conceitos apresentados mostram-se capazes de contribuir para uma aproximação das pesquisas acadêmicas com as atividades de CT&I, uma vez que alinham o rigor científico, necessário para a geração de conhecimentos na academia, com a relevância dos estudos diante das demandas da sociedade, envolvendo relações com sistemas sociais, empresas (negócios) e tecnologias.

Os aspectos teóricos e metodológicos apresentados neste ensaio teórico demonstram que a Design Science representa uma importante abordagem de pesquisa orientada para o rigor acadêmico e para a relevância, podendo contribuir para o desenvolvimento de CT&I com base nos seguintes resultados: (i) reduzir a distância entre o desenvolvimento teórico e suas

repercussões práticas; (ii) aproximar o ambiente acadêmico das organizações não acadêmicas; (iii) desenvolver ou aprimorar conhecimentos capazes de promover o desenvolvimento científico e tecnológico; (iv) gerar soluções aos problemas identificados em determinados contextos; (v) melhorar as práticas atuais de inovação; (vi) desenvolver uma linguagem e um conjunto de conceitos comuns orientados para a criatividade; (vii) estimular processos de abstração e reflexão sobre soluções satisfatórias; e (viii) apoiar o planejamento de pesquisas estratégicas para o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo do país.

Tal abordagem pode favorecer o desenvolvimento de pesquisas capazes de gerar três tipos de impacto: (i) intelectuais, voltados à geração de ideias criativas e avanços científicos; (ii) econômicos, focados em avanços tecnológicos capazes de gerar empregos e aumentar a competitividade do país; e (iii) sociais, relacionados à produção de pesquisas capazes de influenciar políticas públicas, diminuir desigualdades sociais e aumentar o envolvimento da ciência com a solução de problemas da sociedade. Assim, tem-se a *Design Science* como uma abordagem de pesquisa relevante para pesquisadores, grupos de pesquisas, universidade e agências de fomento, ao permitir que sejam identificados temas de pesquisas estratégicos, capazes de gerar benefícios mais relevantes para a sociedade.

Apesar do potencial da *Design Science* destacado neste ensaio teórico, o que se propõe não é um abandono ou ruptura na forma de fazer pesquisa por meio de outras abordagens, mas sim destacar o potencial da *Design Science* no desenvolvimento de estudos mais pragmáticos e estratégicos para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Ressalta-se que não foi objetivo do estudo apontar relações entre as políticas de CT&I com a abordagem da *Design Science*, nem discutir as possíveis limitações da aplicação desta abordagem no contexto brasileiro. No entanto, um avanço nas discussões pode ser direcionado a análises nesse sentido. Além disso, é válida e necessária uma agenda de estudos futuros, especialmente empíricos, sobre os desafios da utilização das premissas da abordagem da *Design Science* no ambiente acadêmico, assim como as vantagens e desvantagens desta diante de outras abordagens de pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), à Universidade Federal de Lavras e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido na realização e divulgação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, N.; HERRIOT, P.; HODGKINSON, G. P. The practitioner-researcher divide in Industrial, Work and Organizational (IWO) psychology: Where are we now, and where do we go from here? **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 74, n. 4, p. 391-411, 2001.
- AURANEN, O.; NIEMINEN, M. University research funding and publication performance: An international comparison. **Research Policy**, v. 39, n. 6, p. 822-834, 2010.
- AVENIER, M. Shaping a constructivist view of organizational Design Science. **Organization studies**, v. 31, n. 9-10, p. 1229-1255, 2010.
- BALBACHEVSKY, E. Incentives and obstacles to academic entrepreneurship. In: SCHWARTZMAN, S. (Org.). **University and Development in Latin America: Successful Experiences of Research Centers**. Rio de Janeiro: Sense Publishers, 2008. p. 23-42.
- BASKERVILLE, R. et al. Design science research contributions: finding a balance between artifact and theory. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 19, n. 5, p. 358-376, 2018.
- BASKERVILLE, R. L.; KAUL, M.; STOREY, V. C. Genres of inquiry in design-science research: Justification and evaluation of knowledge production. **Mis Quarterly**, v. 39, n. 3, p. 541-564, 2015.
- BECK, R.; WEBER, S.; GREGORY, R. W. Theory-generating Design Science research. **Information Systems Frontiers**, v. 15, n. 4, p. 637-651, 2013.
- BÖHME, G. et al. **Finalization in Science: The Social Orientation of Scientific Progress**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1983.
- BORGES, M. N. Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento do Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 8, p. 1-11, 2016.
- BORNMANN, L. What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 217-233, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) – 2011-2020**. Brasília, DF: CAPES, 2010. Disponível em: <www.capes.gov.br/images/stories/download/Livros-PNPG-Volume-I-Mont.pdf>. Acesso em: 18 out. 2017.
- CRONHOLM, S. et al. The need for systems development capability in *Design Science* research: enabling researcher-systems developer collaboration. **Information Systems and e-Business Management**, v. 11, n. 3, p. 335-355, 2013.
- DENG, Q.; JI, S. A review of design science research in information systems: concept, process, outcome, and evaluation. **Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems**, v. 10, n. 1, p. 1-36, 2018.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science research: Método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL, P. A. C. A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and *Design Science* Research. **RBGN**, v. 17, n. 56, p. 1116-1133, 2015.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.
- EUROPEAN COMMISSION. **Assessing Europe’s University-Based Research: Expert Group on Assessment of University-Based Research**. Science in Society 2008 Capacities. Brussels: European Commission, 2010.
- FÓRUM DE REFLEXÃO UNIVERSITÁRIA – UNICAMP. Desafios da pesquisa no Brasil: uma contribuição ao debate. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 15-23, 2002.
- FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R., Science for the post-normal age. **Futures**, v. 25, n.7, p. 739-755, 1993.
- GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies**. London: Sage, 1994.
- GREGORY, J. Science Communication. In: WRIGHT, J. D. (Ed.). **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. 2. ed. Orlando: Elsevier, 2015. p. 219-224.
- HAIG, B. D. An abductive theory of scientific method. **Psychological Methods**, v. 10, n. 4, p. 371-388, 2005.
- HEINZE, T. et al. Organizational and institutional influences on creativity in scientific research. **Research Policy**, v. 38, n. 4, p. 610-623, 2009.
- HESSELS, L. K.; VAN LENTE, H. Re-thinking new knowledge production: a literature review and a research agenda. **Research policy**, v. 37, n. 4, p. 740-760, 2008.
- HEVNER, A. R. A three-cycle view of design science research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 4, 2007.
- HEVNER, A. R.; ANDERSON, J. Design Science and Innovation Practices: A Delphi Study. In: HELFERT, M.; DONNELLAN, B.; KENNEALLY, J. (Eds.). **Design Science: Perspectives from Europe**. European Design Science Symposium. Dublin: Springer International Publishing, 2014. p. 21-27.
- HEVNER, A. R.; BROCKE, J. V.; MAEDCHE, A. Roles of digital innovation in design science research. **Business & Information Systems Engineering**, v. 61, n. 1, p. 3-8, 2019.
- HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.
- HICKS, D. Performance-based university research funding systems. **Research Policy**, v. 41, n. 2, p. 251-261, 2012.
- HODGKINSON, G. P.; HERRIOT, P.; ANDERSON, N. Re-aligning the stakeholders in management research: lessons from industrial, work and organizational psychology. **British Journal of Management**, v. 12, Special Issue, p. S41-S48, 2001.
- HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. Bridging practice and theory: a *Design Science* approach. **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, p. 65-87, 2009.
- LIMA, G. M. R.; WOOD JUNIOR, T. The social impact of research in business and public administration. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 458-463, 2014.
- MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORion: The Journal of ORSSA**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006.
- 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.

- MARCH, S. T.; STOREY, V. C. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. *MIS Quarterly*, v. 32, n. 4, p. 725-730, 2008.
- MCNIE, E. C.; PARRIS, A.; SAREWITZ, D. Improving the public value of science: a typology to inform discussion, design and implementation of research. *Research Policy*, v. 45, n. 4, p. 884-895, 2016.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – MCTI. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 – 2019**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. Disponível em: <www.mcti.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2018.
- MUSCIO, A.; QUAGLIONE, D.; VALLANTI, G. Does government funding complement or substitute private research funding to universities? *Research Policy*, v. 42, n. 1, p. 63-75, 2013.
- NIINILUOTO, I. Values in Design Sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, v. 46, p. 11-15, 2014.
- PANDZA, K.; THORPE, R. Management as design, but what kind of design? An appraisal of the *Design Science* analogy for management. *British Journal of Management*, v. 21, n. 1, p. 171-186, 2010.
- ROMME, A. G. L. Making a difference: Organization as design. *Organization science*, v. 14, n. 5, p. 558-573, 2003.
- SCHWARTZMAN, S. (Org.). **University and Development in Latin America: Successful Experiences of Research Centers**. Rio de Janeiro: Sense Publishers, 2008.
- SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT press, 1996.
- SLAUGHTER, S.; LESLIE, L. L. **Academic capitalism: Politics, policies, and the entrepreneurial university**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997.
- SYED, R.; DHILLON, G.; MERRICK, J. The Identity Management Value Model: A Design Science Approach to Assess Value Gaps on Social Media. *Decision Sciences*, v. 50, n. 3, p. 498-536, 2019.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. *Design Science* Research in Information Systems. **Association for Information Systems**, 2004. Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. Acesso em: 06 dez. 2018.
- VAN AKEN, J. E. Management research as a *Design Science*: articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. *British Journal of Management*, v. 16, n. 1, p. 19-36, 2005.
- VAN AKEN, J. E. Management research based on the paradigm of the Design Sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. *Journal of Management Studies*, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.
- VAN AKEN, J. E.; CHANDRASEKARAN, A.; HALMAN, J. Conducting and publishing design science research: Inaugural essay of the design science department of the Journal of Operations Management. *Journal of Operations Management*, 2016.
- VERKERKE, G. J. et al. Science versus design; comparable, contrastive or conducive? *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, v. 21, p. 195-201, 2013.
- WOOD JUNIOR., T. et al. Impacto social: estudo sobre programas brasileiros selecionados de pós-graduação em Administração de Empresas. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 20, n. 1, p. 21, 2016.

Donizeti Leandro de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4555-394X>

Doutor em Administração pela Universidade Federal de Lavras; Professor e pesquisador no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Pouso Alegre – MG, Brasil. E-mail: donizeti.souza@ifsuldeminas.edu.br

Thais Assis de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5309-0447>

Mestra em Administração pela Universidade Federal de Lavras; Doutoranda em Administração pela Universidade Federal de Lavras e em Ciências Econômicas pela Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, Gif-sur-Yvette, França. E-mail: assis.sthais@gmail.com

André Luiz Zambalde

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0129-7451>

Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professor e pesquisador aposentado da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, Brasil. E-mail: zambaufla@gmail.com