

Capítulo

5

Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação

Mariano Pimentel (UNIRIO), Denise Filippo (UERJ),
Flávia Maria Santoro (UERJ)

pimentel@uniriotec.br, dfilippo@esdi.uerj.br, flavia@ime.uerj.br

Objetivo do capítulo

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a abordagem epistemológico-metodológica *Design Science Research* (DSR) no contexto de pesquisas em Informática na Educação. Ao final da leitura deste capítulo, você deve ser capaz de:

- Reconhecer o potencial da *Design Science Research* como abordagem epistemológico-metodológica que possibilita a realização de pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos inovadores;
- Listar princípios e atividades da DSR;
- Mapear os principais elementos da DSR.



Era uma vez... um professor chamado Thiago Marcondes Santos, que procurou um Programa de Pós-Graduação em Informática para fazer uma pesquisa sobre o uso da computação no ensino de Música. Ele se encantou pelos Objetos Inteligentes e pela Internet das Coisas, pois percebeu que poderia desenvolver novos instrumentos e interfaces para produzir som, de tal forma que crianças e adolescentes conseguissem produzir discurso musical sem as barreiras técnicas que os instrumentos mais tradicionais impõem. Ele queria investigar a aprendizagem de música por meio do corpo e, por isso, desenvolveu uma “Camisa-Piano” (SANTOS, 2012) para que, ao se tocar numa determinada parte da camisa, uma nota musical fosse emitida. Queria também explorar a aprendizagem colaborativa; contudo, a Camisa-Piano não possibilitava muita interação entre os(as) alunos(as), pois funcionava como um instrumento individual. Ele então desenvolveu um novo artefato, os “Tapetes Musicais Inteligentes” (SANTOS, 2015), composto de pisos em que as crianças sobem e, ao encostarem umas nas outras, um som é produzido. O desenvolvimento de um artefato tecnológico era o principal objetivo da pesquisa dele, porém os métodos mais tradicionais de pesquisa científica, como Experimento e Estudo de Caso, não preveem o desenvolvimento de um artefato no contexto da pesquisa, o que torna injustificável apresentar um artefato cuja pesquisa alega seguir um desses métodos mais tradicionais. Entre as alternativas, inicialmente foi considerada a realização de uma Pesquisa-Ação, mas a abordagem Design Science Research foi identificada como sendo a mais adequada para o tipo de pesquisa tecnológico-científica que ele desejava realizar, conforme explicado ao longo do presente capítulo.

1 Desenvolvimento tecnológico não é necessariamente Ciência

Muitos estudantes ingressam num curso de Mestrado em Computação achando que fazer pesquisa científica envolve o desenvolvimento de algum sistema computacional ou de algum outro artefato tecnológico. De fato, em nossa área, algumas pesquisas ainda são do tipo “fiz algo novo, eis meu produto”, conforme caracterizado por Wazlawick (2014), parecendo uma propaganda do artefato desenvolvido. Contudo, o desenvolvimento de sistemas computacionais e de outros artefatos tecnológicos, por si só, não se caracteriza como uma pesquisa científica. Essa confusão entre desenvolver um artefato e fazer uma pesquisa científica, infelizmente, ainda é muito frequente na Computação:

Em computação, 1.636 e tecnologia quase sempre andam tão juntos que muitas pessoas têm dificuldade em distingui-los. [...] Observa-se que, algumas vezes, dissertações e teses em computação, bem como artigos científicos, ainda são fortemente caracterizados como apresentações meramente tecnológicas: sistemas, protótipos, frameworks, arquiteturas, modelos, processos, todas essas construções são técnicas, e não necessariamente ciência (WAZLAWICK, 2014, 1.636).

Alertamos que essa confusão também é particularmente frequente em nossa comunidade de pesquisadores em Informática na Educação. Por um lado, o desenvolvimento tecnológico é o que caracteriza a área da Computação (e também de nossa comunidade em particular), por isso, muitos pesquisadores esperam encontrar o desenvolvimento de algum artefato computacional nas dissertações e teses que fazem, orientam ou avaliam. Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico não necessariamente caracteriza uma pesquisa científica, e muitos dos métodos tradicionais de pesquisa, como Experimento e Estudo de Caso, não pressupõem o desenvolvimento de algum artefato no contexto da pesquisa, o que gera várias dúvidas nos(as) pós-graduandos(as) em Computação. Essas abordagens mais tradicionais de pesquisa buscam compreender a realidade, e não têm por objetivo modificá-la, isto é, desenvolver algum artefato para tentar solucionar um problema. Em decorrência do desconhecimento de uma epistemologia-metodologia em que o desenvolvimento do artefato seja uma etapa fundamental da pesquisa, muitos estudantes de pós-graduação em Computação eventualmente produzem dissertações e teses com baixo rigor ou baixa utilidade, por exemplo, fazendo a avaliação das qualidades do artefato desenvolvido sem com isso apresentar uma contribuição para a base de conhecimento científico, entre outros problemas decorrentes da tentativa atrapalhada de se adotarem paradigmas epistemológico-metodológicos que foram elaborados para outras áreas da Ciência.

A confusão entre o fazer científico e o desenvolvimento tecnológico se transformou em um dilema que buscamos compreender ao longo de nossas carreiras de pesquisadores-orientadores. Foi na abordagem *Design Science Research* (DSR) que encontramos fundamentos que legitimam o desenvolvimento de artefatos como um meio para a produção de conhecimentos científicos do ponto de vista epistemológico, principalmente a partir da obra “As Ciências do Artificial”, de Herbert Simon (1969).

As Ciências do Artificial, por Herbert Simon

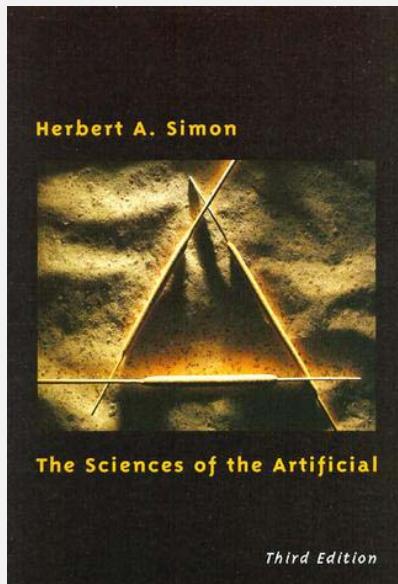


Figura 1. "As Ciências do Artificial" (SIMON, 1969; 1996)

Fonte: <https://mitpress.mit.edu/books/sciences-artificial>

Herbert Simon é o autor do livro *As Ciências do Artificial* (*The Sciences of the Artificial*, 1969) (Figura 1), cuja 3^a edição (1996) possui um [PDF online](#). Essa obra já foi citada em mais de 23 mil textos acadêmicos ([resultado obtido pelo Google Acadêmico em 20/2/2018](#)). Personalidade no meio acadêmico, Simon é famoso entre os pesquisadores que atuam na área da Inteligência Artificial e ganhador do Prêmio Turing da Association for Computing Machinery (ACM). É ainda mais famoso na área de Administração e Economia, por ter ganho um Prêmio Nobel de Economia. Em seu livro, popularizou a *Design Science* (DS), a Ciência do Projeto ou Ciência do Artificial, como uma ciência sobre o desenvolvimento de artefatos sociotécnicos. Simon caracteriza as Ciências do Artificial como ciência e paradigma epistemológico, apontando a necessidade de se produzir conhecimento sobre os artefatos. Conheça mais detalhes sobre vida e obra desse pensador em:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Herbert_A._Simon
- https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1978/simon-bio.html

Esse novo paradigma de ciência e de produção de conhecimento, a partir principalmente da década de 1990, vem se popularizando na área de Sistemas de Informação (SI), cujas pesquisas objetivam produzir conhecimento que possibilite o desenvolvimento de soluções baseadas em tecnologias para problemas importantes de negócios (HEVNER et al., 2004). Reconhecemos Informática na Educação como uma subárea de Sistemas de Informação, pois as pesquisas em nossa comunidade frequentemente também buscam desenvolver artefatos tecnológicos específicos para o uso por alunos(as) e professores(as) no contexto educacional.

2 Artefato e a produção de conhecimento científico

A noção de artefato não se restringe a objetos físicos. Um artefato é algo projetado, um engenho, uma artificialidade; por isso, as abstrações também são artefatos humanos. Em princípio, qualquer coisa projetada para alcançar um objetivo pode ser considerada um artefato (PEFFERS et al., 2007). Na Tabela 1, são relacionados os tipos mais comuns de artefatos projetados por pesquisadores em Computação como solução tecnológica para algum problema.

Tabela 1 – Tipos de artefatos

Fonte: Traduzido de Vaishnavi e Kuechler Jr (2015, p.20)

Tipo de artefato	Descrição
Constructo	Vocabulário conceitual de um domínio
Modelo	Proposições que expressam relacionamentos entre os constructos
Framework	Guia, conceitual ou real, que serve como suporte ou guia
Arquitetura	Sistemas de estrutura de alto nível
Princípio de projeto	Princípios-chave e conceitos para guiar o projeto
Método	Passos para executar tarefas – “como fazer”
Instanciação	Implementações em ambientes que operacionalizam constructos, modelos, métodos e outros artefatos abstratos
Teorias de projeto	Conjunto prescritivo de instruções sobre como fazer algo para alcançar determinado objetivo. Uma teoria geralmente inclui outros artefatos abstratos, tais como constructos, modelos, frameworks, arquiteturas, princípios de <i>design</i> e métodos.

Simon (1996) discute o que é um artefato:

Vamos olhar um pouco mais de perto o aspecto funcional ou intencional das coisas artificiais. Alcançar o propósito ou a adaptação a um objetivo envolve uma relação entre três termos: o propósito ou objetivo, as características do artefato e o ambiente em que o artefato executa. Por exemplo, quando pensamos em um relógio em termos de finalidade, podemos usar a definição da criança: “um relógio é para contar o tempo”. Quando concentrarmos nossa atenção no próprio relógio, podemos descrevê-lo em termos de arranjos de engrenagens e a aplicação das forças de molas ou gravidade que operam em peso ou pêndulo. Mas também podemos considerar relógios em relação ao ambiente no qual eles foram projetados para ser usados. Relógios de sol atuam como relógios em climas ensolarados; são mais úteis em

Phoenix do que em Boston, e de nenhum uso durante todo o inverno ártico. [...] Um artefato pode ser pensado como uma “interface”, um ponto de encontro entre um ambiente “interior” (a substância e organização do próprio artefato) e um ambiente “exterior” (o ambiente em que o artefato atua). Se o ambiente interno é adequado ao ambiente externo, ou vice-versa, o artefato irá servir a sua finalidade (p.5 e 6).

Reconhecemos, como destacado por Simon, que um artefato é projetado para resolver algum problema (o objetivo do artefato), num dado contexto, a partir de conhecimentos e conjecturas sobre o mundo (natural e social). A partir do uso do artefato, é possível avaliar se parecem válidas as conjecturas teóricas que levaram o designer a desenvolver o artefato daquela maneira. O processo de criação de um artefato adequado e a investigação sobre o seu uso num dado contexto se caracterizam como um meio para produzir conhecimento, o que faz do artefato um elemento central nas pesquisas científicas concebidas no paradigma epistemológico das Ciências do Artificial (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015; LIMA et al., 2014).

Muitos apontam a obra de Herbert Simon (1969) como seminal, no entanto, “ciência do artificial” é uma noção forjada ao longo dos últimos séculos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015). Reconhecemos que a obra de Simon contribuiu para a fundamentação e, principalmente, para dar visibilidade à DSR ao colocar os estudos sobre o artificial no mesmo patamar das Ciências Naturais e Sociais, legitimando uma forma diferente de fazer ciência.

Na DSR, o pesquisador está comprometido com dois objetivos: (1) resolver um problema prático num contexto específico por meio de um artefato e (2) gerar novo conhecimento científico. Portanto, dois ciclos de pesquisa estão inter-relacionados na DSR: um sobre o projeto do artefato, denominado Ciclo de Design (HEVNER, 2007) ou Ciclo de Engenharia (WIERINGA, 2014), cujo objetivo é projetar um artefato para solucionar um problema real em um determinado contexto; e outro denominado Ciclo de Conhecimento ou Ciclo do Rigor, sobre a elaboração de conjecturas teóricas relacionadas ao comportamento humano ou organizacional. A inter-relação entre esses dois ciclos, representada na Figura 2, indica que as conjecturas teóricas subsidiam o projeto do artefato, e o uso do artefato, por sua vez, possibilita investigar as conjecturas teóricas.

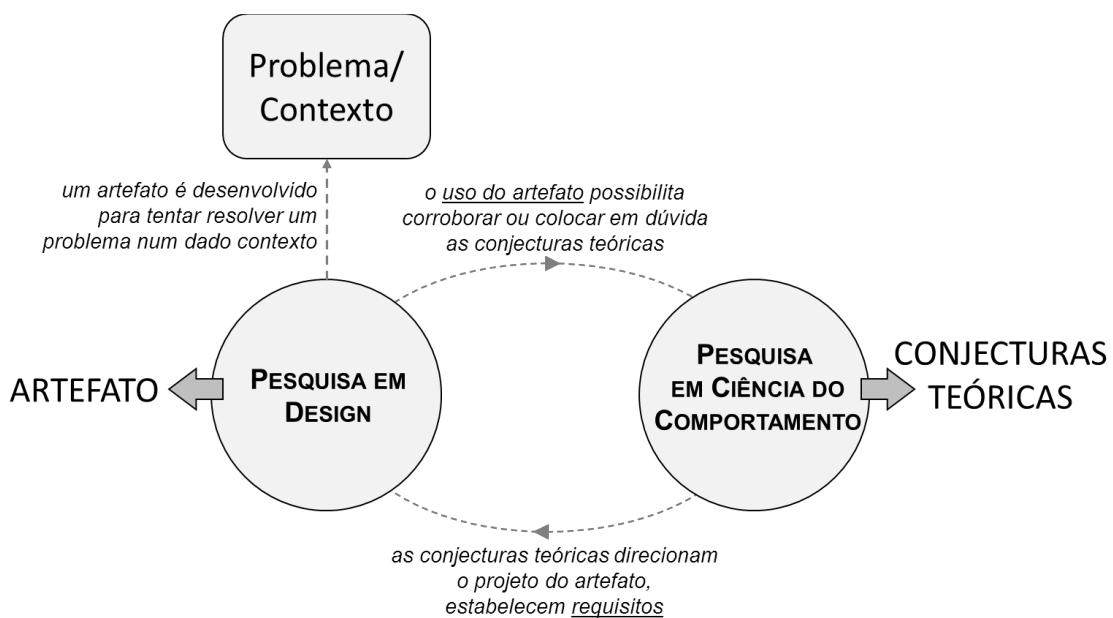


Figura 2 – Ciclos em Design Science Research

Fonte: Adaptado de Hevner e Chatterjee (2010, p.11) e Wieringa (2014, p.14)

O Ciclo de Engenharia (Design) volta-se para o projeto e desenvolvimento de um artefato para a solução de um problema, bem como sua avaliação visa à identificação de melhorias e ao refinamento do projeto. Na Figura 3, são listadas algumas atividades a serem realizadas nesse ciclo.

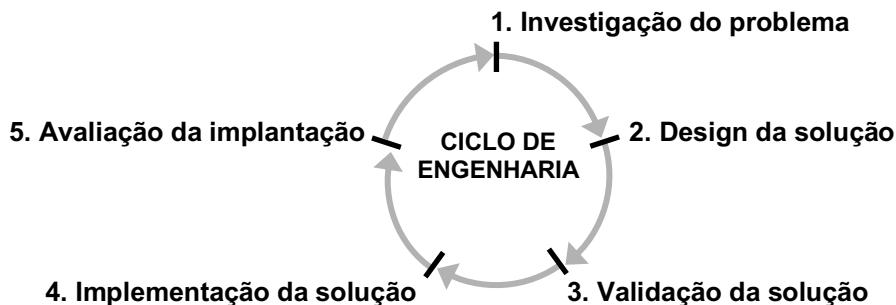


Figura 3 – Ciclo de Engenharia

Fonte: Adaptado de Wieringa (2014, p.28 e 60)

O Ciclo Empírico (do Rigor) baseia-se em teorias e métodos científicos para garantir que a condução da pesquisa seja feita em consonância com os padrões de rigor teórico e metodológico de uma investigação científica. Na Figura 4, são relacionadas algumas atividades a serem realizadas nesse ciclo. Um dos objetivos das pesquisas na DSR é alimentar a base de conhecimento da área da pesquisa (GREGOR; HEVNER, 2013), então o pesquisador não pode ignorar a base de conhecimento já existente, que deve ser visitada para garantir que está sendo dada uma contribuição original para o

conhecimento científico (e não apenas tecnológico), senão será apenas a construção de mais um artefato que não contribui para o avanço do conhecimento científico (HEVNER, 2007).

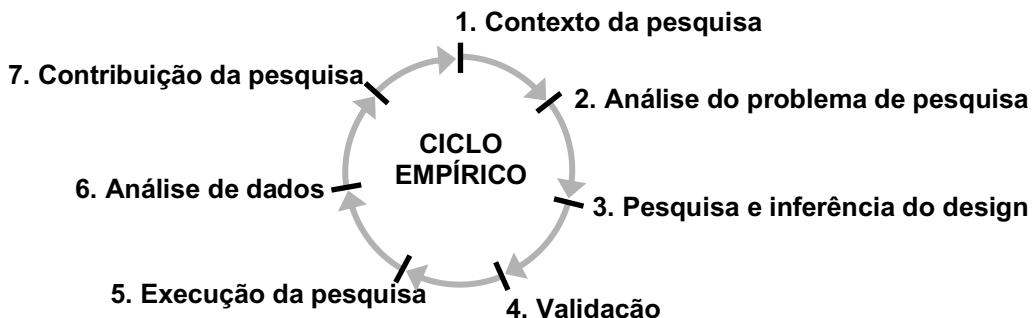


Figura 4 – Ciclo Empírico
Fonte: Adaptado de Wieringa (2014, p.112)

Além desses dois ciclos, Hevner (2007) identifica também o Ciclo de Relevância, esquematizado na Figura 5. O Ciclo de Relevância relaciona-se ao contexto para o qual o artefato é projetado. Esse ciclo deve ser o primeiro, pois nele são identificados os critérios para aceitação dos resultados alcançados com o artefato (HEVNER, 2007). Os critérios de aceitação servem para identificar se há necessidade de mais uma iteração para evolução do artefato (ALTURKI; GABLE; BANDARA, 2011). Importante ressaltar que o pesquisador deverá considerar o contexto ao pensar o artefato para que a interação artefato-contexto ocorra de forma a atingir o objetivo da pesquisa (WIERINGA, 2014).

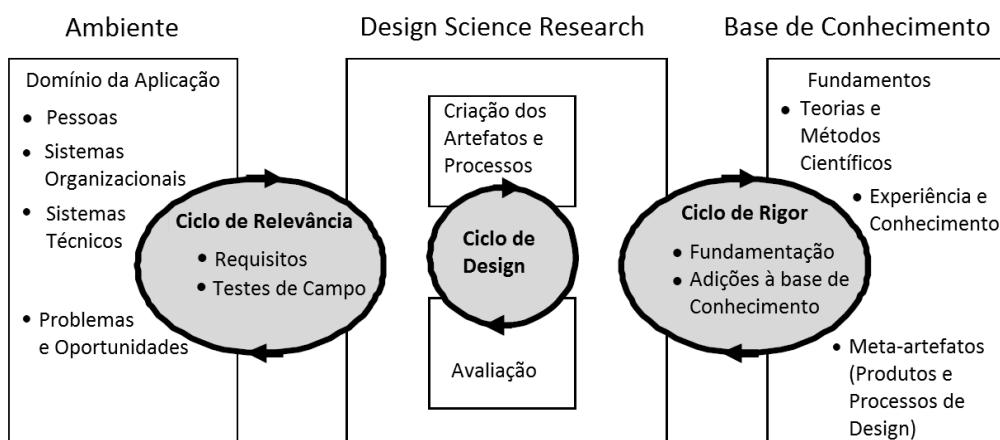


Figura 5 – Ciclos de Relevância, Design e Rigor
Fonte: Traduzido de HEVNER (2007)

Dessa maneira, identificamos ser necessário realizar três avaliações em pesquisas concebidas no paradigma da DSR (Figura 6): se o artefato satisfaz aos requisitos; se o problema foi resolvido satisfatoriamente; e se as conjecturas teóricas parecem válidas.

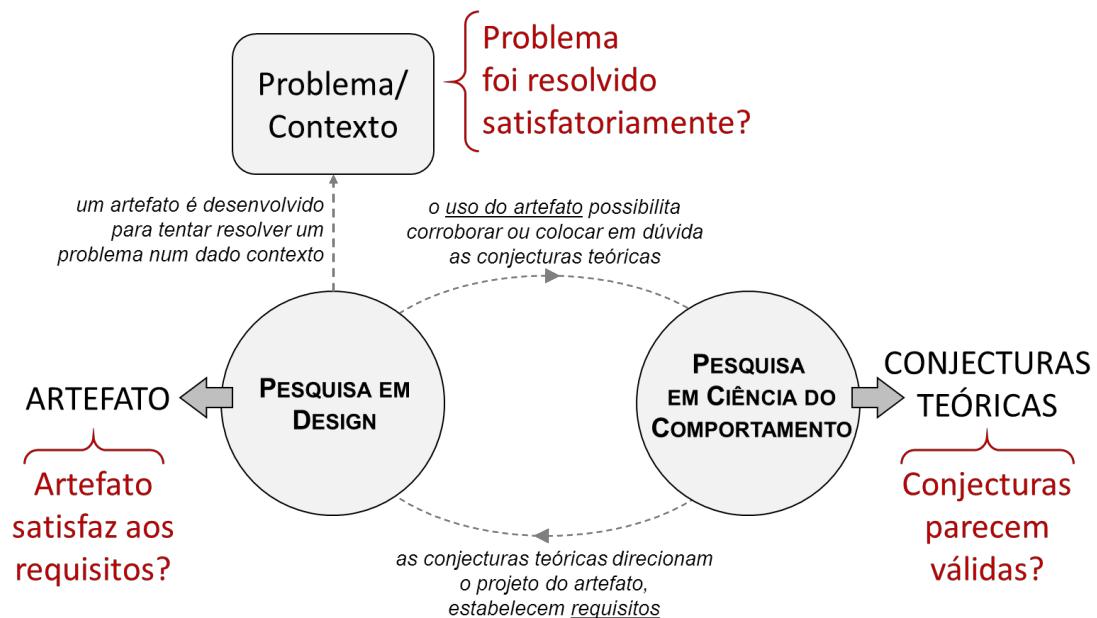


Figura 6 – Avaliações na DSR

Fonte: Adaptado de Hevner e Chatterjee (2010, p.11) e Wieringa (2014, p.14)

O próprio pesquisador pode verificar se o artefato satisfaz aos requisitos (se o artefato funciona como o esperado); mas cabe aos indivíduos envolvidos com o problema num dado contexto avaliarem se o artefato é satisfatório; e cabe à comunidade acadêmica reconhecer se o conhecimento gerado é confiável e válido (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015).

Por exemplo, vamos supor que, em sua pesquisa, você tenha desenvolvido um sistema computacional para ser usado no contexto de uma determinada disciplina ou de um curso (o que é típico em pesquisas em Informática na Educação). Você mesmo pode avaliar se o sistema projetado satisfaz aos requisitos, tanto funcionais como não funcionais. Para essa avaliação, podem ser feitos teste unitário, teste de integração, teste de aceitação, avaliação heurística e teste de usabilidade, entre outros. Se o sistema computacional não satisfaz aos requisitos – por exemplo, apresenta problemas graves de usabilidade –, as avaliações seguintes ficam comprometidas. Já para avaliar se o problema foi resolvido e se as conjecturas teóricas parecem válidas, é preciso fazer uso do artefato proposto no contexto para o qual foi desenvolvido. Para isso, o(a) pesquisador(a) deverá realizar uma pesquisa científica, como Etnografia, Estudo de Caso ou Experimento, fazendo uso das técnicas de coleta/produção de dados como Medição, Questionário, Entrevista, Grupo Focal, Observação Direta, entre outras. Cabe ressaltar que, na DSR, não é pressuposto o uso de um método de pesquisa específico para as avaliações, cabendo ao(a) pesquisador(a) a responsabilidade de bricolar os dispositivos e instrumentos para realizar as investigações empíricas necessárias.

Em nosso grupo de pesquisa, desenvolvemos o mapa apresentado na Figura 7 visando a apoiar um(a) pesquisador(a) a identificar e planejar os principais elementos esperados de uma pesquisa na abordagem DSR. Por representar uma síntese da pesquisa, esse mapa serve como instrumento de comunicação entre os membros do

grupo e também para o(a) próprio(a) pesquisador(a) verificar se sua pesquisa está bem planejada.

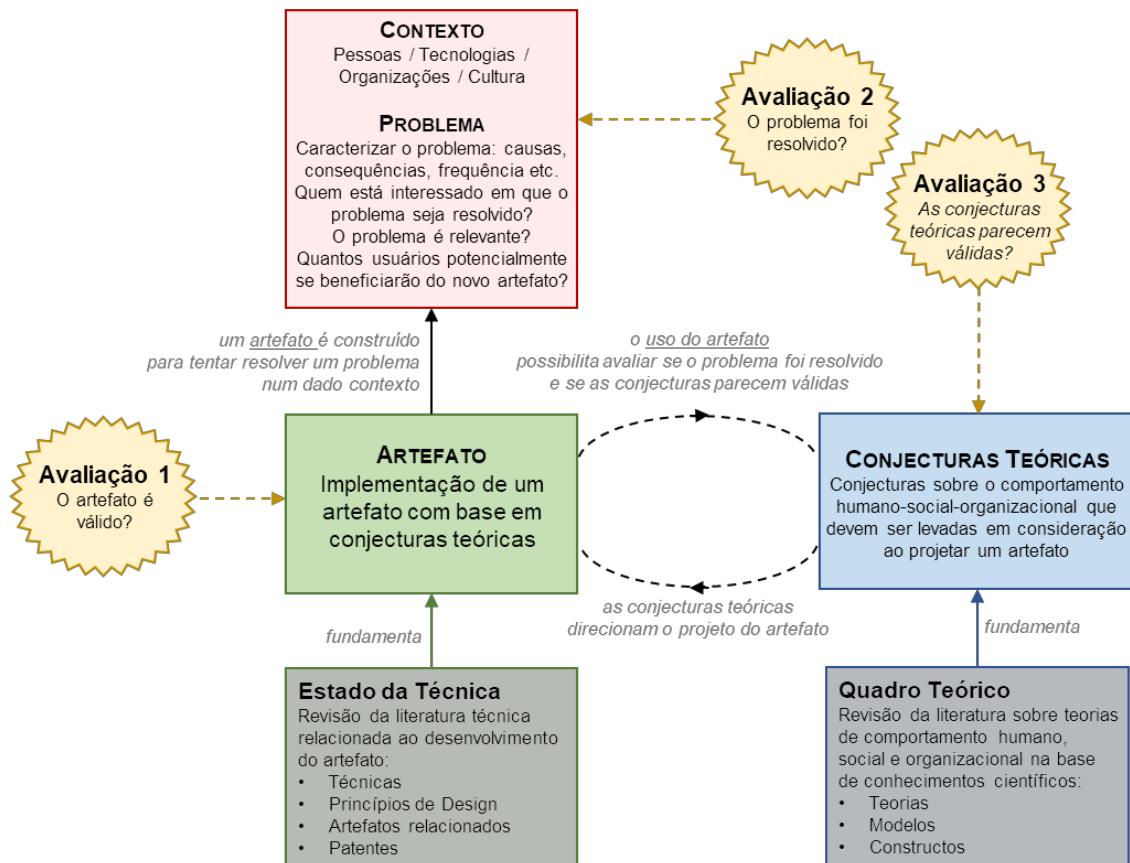


Figura 7 – Mapa de elementos esperados de uma pesquisa na abordagem DSR
Fonte: Autores

Propusemos esse mapa com base principalmente em Hevner e Chatterjee (2010) e em Wieringa (2014). Ele representa uma síntese visual de tudo o que discutimos anteriormente nesta seção. Consideramos esse mapa útil para apoiar o(a) pesquisador(a) a estruturar a pesquisa na abordagem DSR, induzindo a separar: a abordagem teórica da pesquisa (elementos no lado direito da figura), o artefato (elementos no lado esquerdo) e o contexto de aplicação (elementos na parte superior da figura). Essa separação é importante principalmente para evidenciar a correlação entre desenvolvimento tecnológico-aplicado e o conhecimento científico-teórico, pois essa separação nem sempre fica explícita nas pesquisas em Informática na Educação. Em nossa área, é comum encontrarmos algumas dissertações e teses com artefatos bem elaborados, mas sem uma contribuição evidente para o avanço do conhecimento científico-teórico. Ao fazer esse mapa, o(a) pesquisador(a) fica mais ciente da necessidade de fundamentar o artefato em conjecturas teóricas, bem como teorizar a partir do uso do artefato, possibilitando assim o avanço do conhecimento científico-teórico além do desenvolvimento técnico.

O mapa também ajuda o(a) pesquisador(a) a tomar ciêncie de que precisará fazer

revisão de literatura com diferentes objetivos: para elaborar um quadro teórico, com teorias, modelos e constructos que fundamentem as conjecturas teóricas consideradas na pesquisa; para caracterizar o estado da técnica, levantando artefatos correlacionados, patentes, técnicas e princípios de design; e também para caracterizar o problema em um dado contexto, visando a caracterizar as causas, consequências, frequência de ocorrência do problema, os interessados na resolução, a relevância em resolver o problema etc.

Esse mapa também ajuda o(a) pesquisador(a) a tomar ciência de que precisará fazer estudos empíricos com diferentes objetivos. Em algumas pesquisas em nossa área, é comum encontrarmos um teste empírico para avaliar a usabilidade do sistema computacional desenvolvido – consideramos essa ação como sendo uma avaliação sobre a validade do artefato (Avaliação 1 na Figura 7), mas o(a) pesquisador(a) precisa estar ciente de que deve também avaliar se o artefato resolve o problema (Avaliação 2) e se as conjecturas teóricas parecem válidas (Avaliação 3).

O mapa, portanto, é um instrumento para apoiar o(a) pesquisador(a) a reconhecer e planejar o que se espera de uma pesquisa na abordagem DSR: um artefato desenvolvido para tentar resolver um problema num dado contexto, sendo o artefato concebido a partir de conjecturas teóricas baseadas no corpo de conhecimento científico da área.

Esse mapa foi sendo aprimorado a partir das pesquisas realizadas em nosso grupo e tem se mostrado útil para apoiar também na organização do discurso do relato da pesquisa. Na Seção 6, sobre “Exemplo ilustrativo”, apresentamos uma instanciação desse mapa em uma pesquisa realizada por nosso grupo, tendo o mapa como um importante instrumento para nos apoiar a planejar, acompanhar e relatar a pesquisa.

O mapa aqui apresentado não é um método de pesquisa porque não sistematiza uma sequência de passos a serem seguidos para se realizar uma investigação. O mapa tem por objetivo apoiar a engendrar uma pesquisa na perspectiva DSR, independentemente do método que se vier a seguir para realizá-la, como os apresentados na próxima seção.

3 Métodos de pesquisa DSR

Recentemente, a literatura sobre a DSR vem aumentado muito, impulsionada pela necessidade de se realizarem pesquisas úteis e inovadoras, e ao mesmo tempo rigorosas, que lidem com a complexidade de problemas contextualizados. Apresentamos, na Figura 8, uma linha do tempo com algumas das obras que mais influenciaram nosso grupo de pesquisa, algumas das quais já citadas neste capítulo. Destacamos que algumas dessas obras já foram citadas em mais de mil textos acadêmicos, o que indica a grande importância de determinadas obras e a grande influência de alguns autores. Tais obras podem apoiar um pesquisador que deseja se apropriar da abordagem DSR para conceber e realizar suas pesquisas.



Figura 8 – Algumas obras relevantes sobre a DSR

Fonte: Autores (quantidades de citações obtidas pelo Google Acadêmico em 7/8/2018)

Vale alertar que, acompanhando a diversidade literária sobre a DSR, há também certas divergências terminológicas e conceituais envolvendo os termos *Design Science* (DS) e *Design Science Research* (DSR). Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) consideram que DS é o paradigma epistemológico e empregam DSR para se referirem ao método de pesquisa que se apoia no paradigma DS. Bax (2014) se refere à DSR como um paradigma, mas também caracteriza a DSR como uma metateoria. Alturki (2012) apresenta a DSR como uma abordagem para pesquisas, não como um método. A complexidade é tanta que até Hevner, um dos autores mais citados, inicialmente referia-se à DSR como um *framework* e como uma metodologia (HEVNER, 2004) e nos artigos após 2007 passa a caracterizar a DSR como um paradigma epistemológico de pesquisa (HEVNER, 2007). Nós também caracterizamos a DSR como um paradigma epistemológico, pois entendemos que é uma abordagem para se produzir conhecimento científico, concordando com a posição de Hevner e Chatterjee (2010).

Seguir um método conhecido para conduzir uma pesquisa na abordagem DSR é útil para apoiar o pesquisador a alcançar o rigor metodológico. Alguns métodos já foram propostos para organizar as etapas de uma pesquisa DSR, conforme os exemplos que listamos na Figura 9.

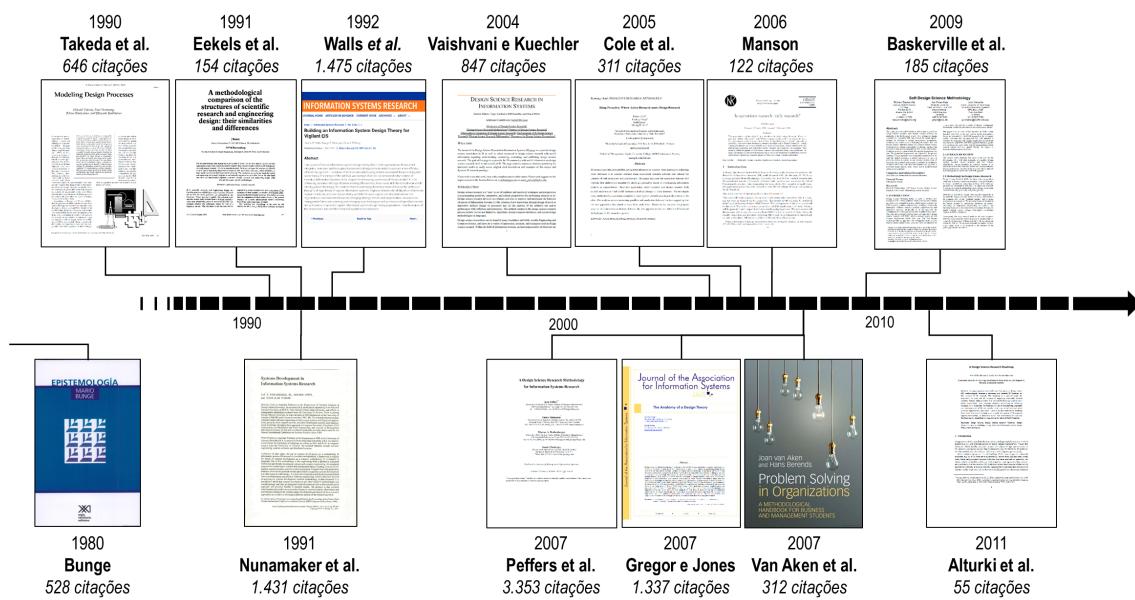


Figura 9 – Métodos para a realização de pesquisas na DSR

Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015)
(quantidades de citações obtidas pelo Google Acadêmico em 7/8/2018)

Nosso grupo de pesquisa, em particular, vem utilizando o método *Design Science Research Methodology* (DSRM), proposto por Peffers e colaboradores (2007), um dos métodos mais citados (de acordo com pesquisas que realizamos pelo Google Acadêmico em 2018). As etapas específicas desse método são ilustradas na Figura 10.

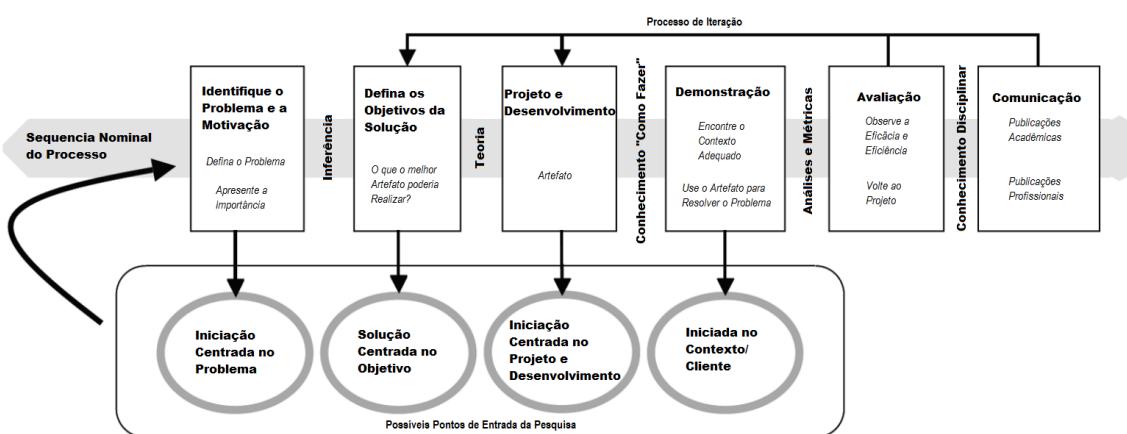


Figura 10 – DSRM (Design Science Research Methodology)

Fonte: Traduzido de Peffers et al. (2007)

Embora não haja um método consensual e consagrado sobre como fazer pesquisa na abordagem DSR, Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) identificam algumas etapas recorrentes entre os diferentes métodos: Definição do problema; Revisão da literatura e busca por teorias existentes; Sugestões de possíveis soluções; Desenvolvimento; Avaliação; Decisão sobre a melhor solução; Reflexão e aprendizagens; e Comunicação dos resultados.

4 Diferenciando a DSR de outras abordagens epistemológico-metodológicas

A DSR, assim como a Pesquisa-Ação, está alinhada à Pragmática, um (meta)paradigma epistemológico em que se objetiva mudar a realidade, projetá-la, e não apenas tentar compreendê-la e explicá-la. Na Tabela 2, é apresentada uma comparação entre os (meta)paradigmas epistemológicos: Positivista, predominante nas Ciências Naturais; Interpretativo, predominante nas Ciências Sociais; e Design (baseado em projeto), que fundamenta as Ciências Artificiais como Engenharia e Sistemas de Informação.

Tabela 2 – Comparações entre os diferentes (meta)paradigmas de pesquisa
Fonte: Adaptado de Vaishnavi e Kuechler Jr (2015)

Crença Básica	Perspectivas de Pesquisa		
	Positivista (objetivo)	Interpretativo (subjetivo)	Design (projeto)
Ontologia	Uma única realidade. Conhecível, probabilística	Múltiplas realidades socialmente construídas	Múltiplas alternativas de estados do mundo contextualmente situadas, possibilitadas sociotecnicaamente
Axiologia: qual é o valor (ética)	Verdade: universal e bonita; predição	Compreensão: situada e descrição	Controle; criação; progresso (melhoria, aperfeiçoamento); compreensão
Epistemologia	Objetiva, imparcial. Observador separado da verdade (neutro)	Subjetiva, i.e., valores e conhecimento emergem da interação pesquisador-participante.	<i>Conhecimento pelo fazer:</i> construção objetivamente restrita dentro de um contexto. A circunscrição iterativa revela significados.
Abordagens/ Métodos de Pesquisa	Experimento; <i>survey</i> Estudo de Caso	Etnografia	DSR; Pesquisa-Ação

A DSR tem relevantes contribuições no que se refere à realização de pesquisas em Sistemas de Informação, pois apresenta uma estratégia capaz tanto de orientar a construção do conhecimento, quanto de aprimorar as práticas do desenvolvimento em sistemas de informação visando ao desenvolvimento de conhecimento novo e não apenas à solução tecnológica para um problema (BAX, 2014). A DSR, por ser uma abordagem epistemológico-metodológica que legitima o desenvolvimento de artefatos como um importante meio para se produzir conhecimento científico, tem potencial para aumentar o rigor e a qualidade das pesquisas de nossa comunidade em Informática na Educação.

5 Exemplo ilustrativo

Retomemos a pesquisa do professor Thiago Marcondes Santos, apresentada na seção “Era uma vez...” deste capítulo, para exemplificar como nosso grupo de pesquisa tem se apropriado da abordagem DSR. Sobre a pesquisa desse professor, elaboramos o mapa apresentado na Figura 11, baseado no Mapa dos elementos esperados de uma pesquisa DSR apresentado na Figura 7, explicado a seguir.

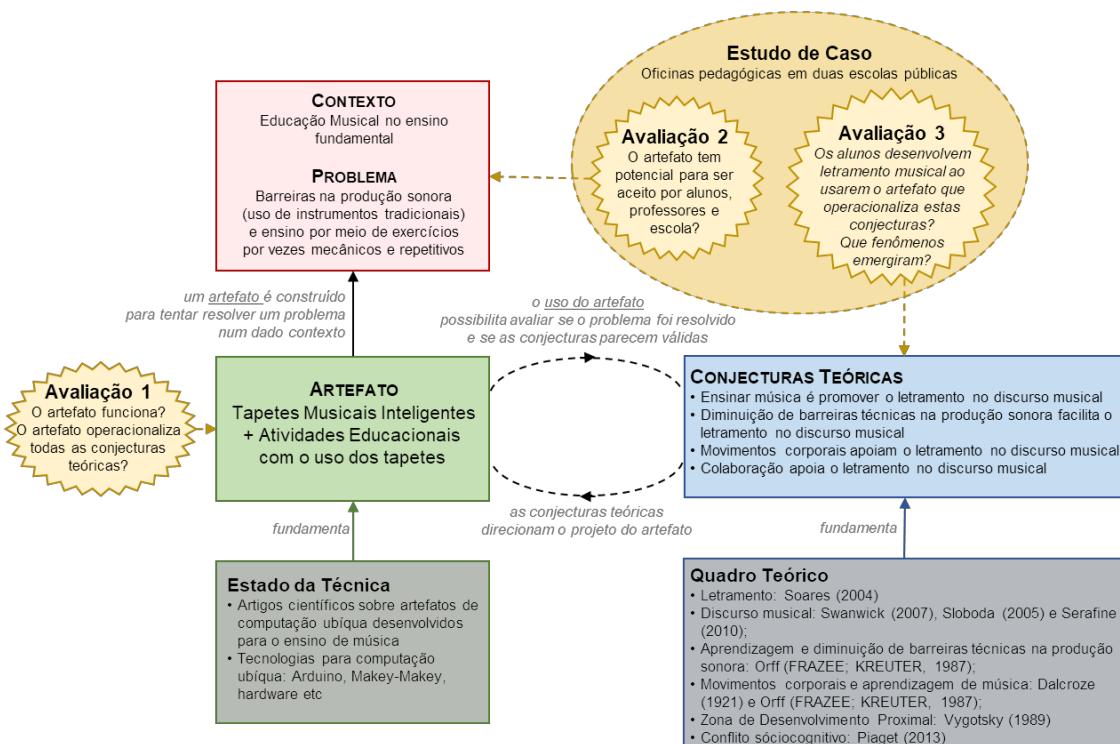


Figura 11 – Mapeamento dos elementos da DSR da pesquisa “Tapetes Musicais Inteligentes”
Fonte: Baseado em Santos, Pimentel e Filippo (2016)

Como professor de Música, Thiago queria desenvolver algum artefato computacional para apoiar o docente em seu trabalho de mediador entre o estudante e o conhecimento musical. O principal problema que Thiago identificava, em suas aulas, era a barreira técnica para a produção sonora imposta pelos instrumentos tradicionais, como violão, piano e flauta, que requerem muito tempo de prática com exercícios repetitivos para o aluno desenvolver alguma habilidade mecânica necessária para tocar uma música, o que torna penoso e desgastante o processo de letramento musical, principalmente para os estudantes nos anos iniciais de formação. Ele percebia o potencial da Computação para diminuir as barreiras na produção de som para que crianças não iniciadas pudessem rapidamente participar do discurso musical. Portanto, o contexto desta pesquisa é a educação musical no ensino fundamental, e o problema identificado é a barreira na produção sonora imposta pelos instrumentos tradicionais. Além desse problema, Thiago também considerava que algumas práticas pedagógicas promoviam uma aprendizagem muito mecânica, e reconhecia que a Computação tem potencial para promover novas práticas pedagógicas baseadas na filosofia

socioconstrutivista voltadas para o processo de ensino-aprendizagem de música.

Se o problema está relacionado com a aprendizagem de música, Thiago precisava enunciar suas conjecturas sobre como as pessoas aprendem música e fundamentar essas conjecturas em um quadro teórico sobre esse comportamento humano. Como premissa, ele defende que aprender música não é sinônimo de aprender a tocar mecanicamente um instrumento. Para ele, música é linguagem, e por isso o objetivo da educação em música deveria ser promover o letramento do estudante no discurso musical; não deveria ser formar um musicista profissional, mas sim encorajar todo estudante a participar de alguma forma do discurso musical, compreendendo e se expressando pela música, para além de sua capacidade e talento técnico-instrumental. Para fundamentar essa premissa, apoiou-se no trabalho de diferentes autores, como Swanwick (2007), Sloboda (2005) e Serafine (2010), que já chamaram a atenção para a natureza discursiva da música e para as semelhanças entre música e linguagem. A noção de letramento e alfabetização, nesta pesquisa, foi fundamentada em Soares (2004): letramento é um processo que visa a tornar o sujeito cada vez mais capaz de se expressar naquela linguagem e compreender bem o discurso elaborado pelos outros; é um processo evolutivo de mais capacidade, como também caracterizado pela teoria espiral de desenvolvimento musical de Swanwick e Tillman (1986) e pelas fases na pedagogia Orff (FRAZEE; KREUER, 1987).

Aprender a tocar um instrumento é um meio para trabalhar as noções do discurso musical, como ritmo e melodia. Contudo, todo instrumento requer certas habilidades mecânicas para a produção sonora. Sendo assim, Thiago conjectura que o letramento no discurso musical pode ser facilitado se as barreiras mecânicas para a produção sonora forem reduzidas. Essa conjectura pode parecer óbvia para nós, mas ainda hoje há quem pratique o ensino musical com base na execução de um instrumento orientado ao repertório clássico vigente e com ênfase no virtuosismo instrumental. Pensadores como Émile Jaques-Dalcroze (1921) e Carl Orff (FRAZEE; KREUER, 1987), já na primeira metade do século XX, apontavam novas direções para o ensino musical. Orff buscava facilitar a produção do som utilizando instrumentos como o metalofone e o xilofone, que possibilitam a geração do som sem muito esforço técnico. Orff também defendia que todo material que a criança já tem em seu acervo de conhecimento deve ser utilizado a seu favor: as brincadeiras de palmas e cantos das crianças, além da própria métrica e ritmo da linguagem falada na infância, constituem um material muito rico para a abordagem de ritmos e outros elementos musicais. Jaques-Dalcroze e Orff também defendiam o uso do corpo e do movimento, através de gestos, como intermediadores do processo de conhecimento musical, sendo essa outra conjectura considerada na pesquisa de Thiago.

Conjecturamos, também, que as práticas educativas deveriam estar fundamentadas no socioconstrutivismo, visando a possibilitar ao aluno formular e testar suas próprias hipóteses. Não consideramos que aprender seja uma ação passiva, baseada na memorização de informações que se faz por meio de repetição e de estímulos, como teorizado no comportamentalismo. As práticas educacionais de música, quando fundamentadas no comportamentalismo, ao contrário do que propomos, promovem um “adestramento”, o aluno fica praticando exercícios repetitivos e mecânicos para tocar um instrumento ou ler e escrever partitura, como já denunciado por Jaques-Dalcroze no

século passado, sendo esse também o problema atacado na pesquisa de Thiago. Buscamos desenvolver práticas pedagógicas inspiradas no socioconstrutivismo para promover o letramento no discurso musical nas escolas brasileiras. O letramento no discurso musical pode ser promovido não apenas pela mediação docente, mas também pela colaboração entre os estudantes, conjectura fundamentada na noção de Zona de Desenvolvimento Proximal, de Vygotsky (1989), e na noção de conflito sociocognitivo, que emerge da teoria de Piaget (2013), em que se teoriza a aprendizagem como consequência cultural do contato do sujeito com outros sujeitos que também manipulam e experimentam o objeto.

Levando em conta essas conjecturas fundamentadas num quadro teórico (representado na Figura 11), no início desta pesquisa projetamos o artefato “Camisa-Piano” (SANTOS, 2012), com base em computação vestível (*wearable*) usando Lilypad-Arduino, conforme apresentado na Figura 12.



Thiago vestindo a Camisa-Piano
e produzindo uma música



Demonstração do uso da Camisa-Piano durante a apresentação de TCC de Thiago (SANTOS, 2012)



Frente da camisa: Um som é emitido pelo *speaker* (localizado na gola) quando a placa metálica de uma das luvas encosta numa placa metálica da camisa.



Costas da camisa: O som que deve ser emitido ao fechar o contato em cada placa é controlado por um Lilypad-Arduino.

Figura 12 – Camisa-Piano
Fonte: Autores

Apesar de a Camisa-Piano ter sido suficiente para demonstrar alguns conceitos, especialmente o uso de movimentos corporais na produção sonora (tocando no próprio corpo), esse artefato não satisfazia a todos os requisitos derivados das conjecturas teóricas – por exemplo, a Camisa-Piano pode ser entendida como um instrumento musical a ser tocado individualmente, que impossibilita a colaboração na produção do som (4^a conjectura); também percebemos que produzir um som pela camisa não era tão fácil quanto esperávamos (não promoveu uma significativa redução de barreiras técnicas – 2^a conjectura); além de problemas de design, como vestir-retirar a camisa e ter de eventualmente lavá-la. Alguns problemas de design desse protótipo até poderiam ser resolvidos: por exemplo, em vez de camisa, poderíamos ter usado um colete como base, e em vez de placas metálicas, poderíamos ter usado tecido condutivo. Esses ajustes de design facilitariam o vestir-retirar o artefato, contudo, não identificamos uma forma para efetivar a colaboração (por exemplo, um tocando na camisa do outro para produzir um novo som), que era uma das conjecturas consideradas nesta pesquisa (4^a conjectura). Portanto, consideramos esse artefato inválido para a investigação que desejávamos realizar (não passou na Avaliação 1 da Figura 7).

Ao longo do curso de mestrado, Thiago projetou um novo artefato, os “Tapetes Musicais Inteligentes” (SANTOS, 2015), apresentado na Figura 13.



Figura 13 – Tapetes Musicais Inteligentes
Fonte: Pimentel, Filippo e Santos (2015)

Consideramos esse artefato válido para a pesquisa que desejávamos realizar, pois satisfazia às conjecturas teóricas: a produção sonora é bastante simplificada, bastando tocar num colega ao redor (2^a conjectura); os alunos utilizam o corpo na produção sonora, pois estão relativamente livres para se movimentar durante a *performance*, descendo e subindo, balançando o corpo num movimento dançante, tocando o outro para produzir som (3^a conjectura); e a colaboração é obrigatória, pois é preciso que duas pessoas se toquem para que um som seja produzido (4^a conjectura). Além do artefato, Thiago precisou projetar um conjunto de atividades educacionais com o uso dos tapetes visando a promover o letramento no discurso musical (1^a conjectura e todas as demais).

Apresentamos aqui os dois artefatos desenvolvidos ao longo desta pesquisa para enfatizar a necessidade da relação entre as conjecturas teóricas levantadas na pesquisa e o artefato desenvolvido, pois é o artefato em uso que possibilitará investigar as conjecturas, e, se não satisfizer aos requisitos derivados das conjecturas (a camisa, por exemplo, não possibilitava a colaboração entre os estudantes), o artefato, por mais interessante e inovador que seja, não será válido para a pesquisa empírica a ser realizada. Vale também destacar a importância da revisão da literatura, tanto teórica quanto técnica, pois a ideia para o desenvolvimento dos Tapetes Musicais Inteligentes foi disparada quando Thiago viu um vídeo sobre as diversas aplicações do Makey Makey (<https://makeymakey.com/>), tecnologia que viabilizou a elaboração dos tapetes.

Thiago realizou um estudo empírico em duas escolas municipais do Rio de Janeiro, nas quais fez oficinas com o uso dos Tapetes Musicais Inteligentes em turmas do 7º ano do ensino fundamental. Estabeleceu parceria com o professor de música de cada escola, explicou as atividades propostas com o uso do tapete e utilizou as músicas que estavam sendo trabalhadas pelo próprio professor de cada escola. Realizou observação direta, com filmagem das sessões para posterior análise, entrevistou os professores ao término das oficinas e conversou com os alunos ao longo de todo o estudo. Esse estudo serviu para realizar as duas avaliações esperadas nesta pesquisa: se o artefato resolve o problema (2^a avaliação da Figura 7) e se as conjecturas teóricas parecem válidas (3^a avaliação da Figura 7).

Para avaliar se o artefato resolve o problema, investigamos se os Tapetes Musicais Inteligentes tinham potencial para ser aceitos por alunos, professores e escolas. Com base nos constructos da Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT) (VENKATESH, 2003), foram produzidos dados que foram analisados/interpretados para investigar a expectativa de *performance*, a expectativa de esforço, a motivação hedônica, as condições facilitadoras, o custo e a intenção de uso.

O que mais nos chamou atenção, pela observação direta, foi a alegria estampada no rosto de todos os alunos por estarem brincando e aprendendo por meio dos tapetes. Dos 49 estudantes que participaram do estudo, 41 disseram que gostariam de ter outras aulas com os tapetes (apenas 8 não demonstraram interesse), sendo um indício da aceitação do uso da tecnologia desenvolvida nesta pesquisa. Queremos destacar que um dos estudantes disse não ter aprendido nada por não ter usado instrumentos musicais tradicionais – o que, em nosso entendimento, é uma concepção equivocada sobre o objetivo da educação musical. Com relação aos professores, eles ficaram muito

interessados no artefato e gostaram muito das atividades. Contudo, demonstraram preocupação quanto à dificuldade de instalação dos tapetes: “A parte da montagem é pra mim a grande questão. Eu vi você montando e, como não tenho nenhuma intimidade com essa parte de eletrônica e hardware, então, pra mim, foi complicado. Te vi montando lá e acho que eu ficaria um pouco sem saber o que fazer se você largasse e dissesse: ‘Pô, monta aí’.” De fato, desenvolvemos um protótipo, e, para ser um produto comercialmente interessante, seria preciso simplificar a instalação e configuração dos tapetes, por exemplo, adotando tecnologia sem fio.

Afinal, o artefato mostrou-se aceitável pelos alunos, professores e escola? Não é fácil dar uma resposta inequívoca, do tipo “sim” ou “não”, para essa questão de pesquisa. Alunos, professores e pesquisadores consideraram que o artefato: funciona adequadamente (Expectativa de *Performance*), é fácil de usar (Expectativa de Esforço), é prazeroso de usar (Motivação Hedônica), e os alunos têm vontade de ter outras aulas com o uso do artefato (Intenção de Uso). Assim, temos indícios para concluir que o artefato tem potencial para ser aceito pelos alunos. Por outro lado, reconhecemos que o artefato é apenas um protótipo, e não um produto que possa ser comprado nas prateleiras de alguma loja acompanhado de manual e suporte técnico. Nessas condições, enquanto protótipo, os professores das escolas mostram-se hesitantes em adotá-lo por sua instalação lhes parecer complexa e demandar muito tempo (Condições Facilitadoras). Adicionalmente, apesar de o custo do protótipo ser relativamente baixo em comparação com instrumentos musicais tradicionais (Custo), não saberíamos estimar o custo do produto final considerando a produção, a distribuição e venda em larga escala.

Esse mesmo estudo empírico foi utilizado para avaliar se as conjecturas teóricas enunciadas nesta pesquisa pareciam válidas (3^a avaliação da Figura 7). Os resultados obtidos corroboram a validade do quadro teórico ao menos dentro dos limites deste estudo. Identificamos ser possível promover o letramento com o uso do artefato proposto na perspectiva teórica conjecturada. Como mostrado na pesquisa, o artefato possibilitou trabalhar os elementos do discurso musical. Identificamos a emergência de negociação entre os estudantes, evidenciando a importância da colaboração na aprendizagem. Os estudantes frequentemente movimentavam os corpos para marcar o ritmo e a melodia, sendo um indício da importância do corpo no aprendizado de elementos do discurso musical. Concluímos que o letramento no discurso musical foi apoiado pela diminuição das barreiras técnicas na produção do som, pelo uso do corpo e pela colaboração, corroborando as conjecturas teóricas enunciadas.

Cabe ainda destacar que, ao realizarmos o estudo empírico, emergiram fenômenos que nos surpreenderam. O que mais chamou nossa atenção foi a percepção de que “Eu posso fazer música com as mãos!”, como declarou um estudante feliz com a descoberta surpreendente. Outro estudante nos relatou: “No primeiro momento, eu achei que não ia dar certo. Eu, fazer música com as mãos?! [risos]. Aí depois eu fui vendo que é bem divertido e legal, e a gente aprende.” Teorizamos que o uso do corpo como interface para o digital, por ser ainda uma novidade, fez os usuários esquecerem que o corpo estava sendo usado como uma interface do sistema computacional e rapidamente passaram a achar que era o próprio corpo que estava produzindo música. Também percebemos uma modificação no comportamento dos estudantes com a inversão do que

usualmente se pratica nas escolas: em vez de um “corpo dócil” (FOUCAULT, 2014), imobilizado e aprisionado em uma carteira, nas oficinas o corpo estava livre e se tornou um importante meio para o aprendizado, pois os movimentos corporais facilitaram o entendimento de noções do discurso musical, como ritmo e melodia. Em parte, esses fenômenos corroboraram a conjectura de que os movimentos corporais apoiam o letramento no discurso musical (3^a conjectura), mas também avançam com o conhecimento científico ao fazer emergir noções de “poderes mágicos” quando o corpo é usado como interface do sistema computacional e os sujeitos não se dão conta disso.

Ficamos tão bem impressionados com o artefato projetado e desenvolvido nesta pesquisa – e dado o reconhecimento por meio de prêmio de melhor artigo no WIE (SANTOS; FILIPPO; PIMENTEL, 2015) e também de melhor dissertação no CBIE (Congresso Brasileiro de Informática na Educação) (SANTOS; FILIPPO; PIMENTEL, 2016) –, que demos entrada numa patente para os Tapetes Musicais Inteligentes. Em ações futuras, esperamos que seja estabelecida uma parceria comercial para a produção e distribuição do produto derivado desta pesquisa.

6 Resumo

O mapa mental apresentado na Figura 14 é um resumo do que discutimos neste capítulo sobre a *Design Science Research*, uma abordagem epistemológico-metodológica para a realização de pesquisas científicas que enfocam o desenvolvimento de um artefato.

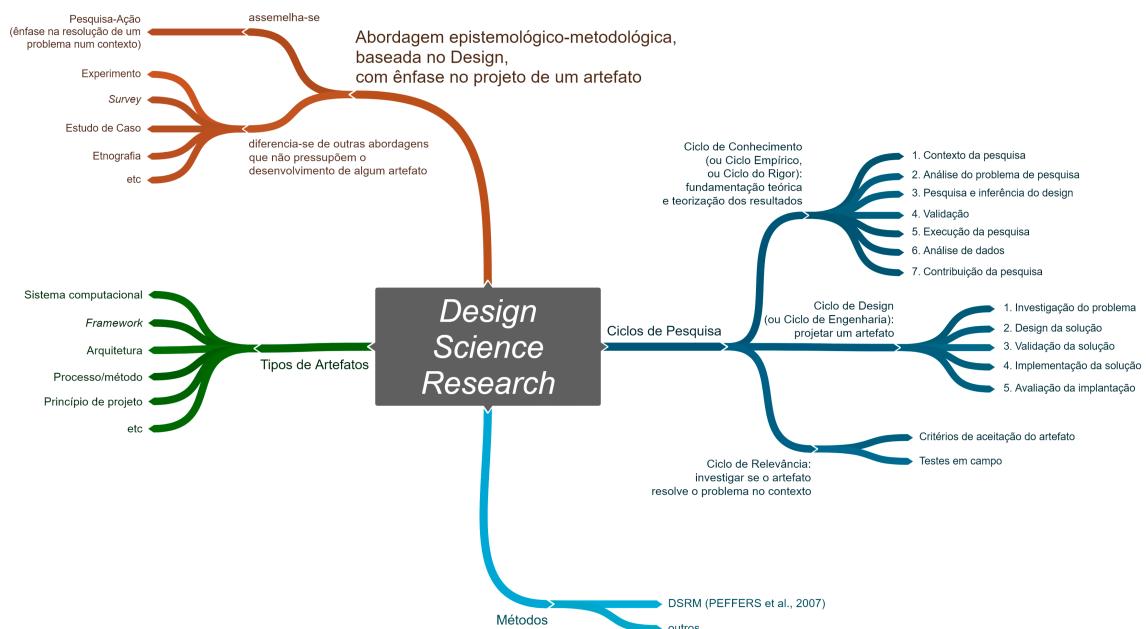


Figura 14 – Mapa mental sobre a DSR
Fonte: Autores

Artefato é algum artifício criado pelo homem. Em computação, desenvolvemos muitos tipos de artefato, tais como sistemas computacionais, frameworks, arquiteturas,

métodos, processos, entre outros. Um artefato, por ser uma invenção humana, em princípio não é objeto de investigação das ciências tradicionais. Contudo, é possível produzir conhecimento científico a partir do uso dos artefatos porque eles são projetados considerando a realidade e, para funcionar, requerem conhecimento sobre o mundo natural e social em que vivemos. Portanto, o desenvolvimento de artefatos pode também ser um meio para se fazer ciência.

Artefatos não são separados da natureza. Não têm dispensa para ignorar ou violar a lei natural. Ao mesmo tempo, eles são adaptados para os objetivos e propósitos humanos. Eles são o que são a fim de satisfazer o nosso desejo de voar ou comer bem (SIMON, 1996, p.3).

Contudo, o desenvolvimento de um artefato, por si, não garante o fazer científico. Relacionar o desenvolvimento de um artefato com a produção de conhecimento científico-teórico é o objetivo da abordagem DSR. Outras abordagens de pesquisa, como Experimento, Survey, Estudo de Caso ou Etnografia, não pressupõem o desenvolvimento de um artefato ao longo da pesquisa, e quando um pesquisador utiliza uma dessas outras abordagens para investigar algum artefato desenvolvido no contexto de sua pesquisa, o artefato em si fica injustificável ou desconexo da pesquisa. A exceção é a Pesquisa-Ação, uma abordagem que alia a pesquisa científica com a realização de uma ação em busca da solução de um problema num determinado contexto, com a ação podendo envolver o desenvolvimento de artefatos. A principal diferença entre a *Design Science Research* e a Pesquisa-Ação é que a primeira enfoca o desenvolvimento do artefato, enquanto a segunda enfoca a resolução do problema num dado contexto (LIMA et al., 2014). Portanto, se em sua pesquisa você enfoca o desenvolvimento de um artefato, a abordagem epistemológico-metodológica DSR pode lhe ser útil.

A *Design Science Research* é uma abordagem em que, além de produzir ciência sobre a realidade, objetiva-se projetar uma realidade diferente, modificada por artefatos projetados para resolver problemas em determinados contextos. Essa também é uma importante diferença paradigmática de outras abordagens. Por exemplo, no (meta)paradigma Positivista, considera-se que a realidade é objetiva e independentemente do pesquisador, cabendo às pesquisas científicas medi-la e predizê-la. No (meta)paradigma Interpretativo, considera-se que a realidade é socialmente construída, situada, cabendo ao pesquisador descrevê-la e interpretá-la. Já no (meta)paradigma Pragmático (design, projeto), em que a abordagem DSR se enquadra, considera-se que a realidade é projetada pelo homem, modificada, possibilitada sociotecnicamente, e nesse caso, o conhecimento é produzido pelo fazer, pela construção de artefatos contextualmente situados.

Na DSR, devem ser realizadas três investigações: Ciclo de Conhecimento (ou Ciclo do Rigor), cujo objetivo é a elaboração e avaliação de conjecturas teóricas relacionadas ao comportamento humano ou organizacional; Ciclo de Design (ou Ciclo de Engenharia), cujo objetivo é projetar um artefato para solucionar um problema real em um determinado contexto; e Ciclo de Relevância, cujo objetivo é investigar a aceitação dos resultados alcançados com o artefato.

A DSR é uma abordagem ainda em discussão, tendo sido desenvolvida principalmente nos últimos 50 anos com a contribuição de diferentes autores. Em

particular, para quem atua na área de Sistemas de Informação, nós recomendamos a leitura de Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015), Wieringa (2014) e de Hevner e Chatterjee (2010). Recomendamos, também, a leitura sobre o DSRM (PEFFERS et al., 2007), que é o método de pesquisa que nosso grupo tem adotado.

Ao estudarmos a DSR em nosso grupo, temos modificado nossa práxis de pesquisa científica. O mapa dos principais elementos de uma pesquisa na abordagem DSR, apresentado na Figura 7, é uma contribuição original de nosso grupo em que sintetizamos as principais lições que aprendemos: é preciso diferenciar o desenvolvimento tecnológico do conhecimento científico-teórico, mas ambos devem estar conjugados numa pesquisa tecnológico-científica; precisamos elaborar um quadro teórico em nossas pesquisas para fundamentar as conjecturas teóricas que direcionam o desenvolvimento do artefato, mas não confundir com a revisão de literatura sobre o estado da técnica, que também precisa ser feita; e, além de avaliarmos se o artefato resolve o problema para o qual foi projetado, compreendemos que é importante também darmos contribuições teóricas para o corpo de conhecimento científico, avaliando as conjecturas teóricas enunciadas e teorizando sobre os fenômenos emergentes com o estudo empírico. Consideramos que a abordagem DSR tem ajudado a tornar as pesquisas de nosso grupo mais rigorosas em termos teórico-epistemológico-metodológicos e, assim, mais relevantes em termos científicos.

7 Leituras recomendadas

- **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia** (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015). Esse livro, em português, apresenta uma boa introdução à DSR, sendo discutidos os aspectos históricos, conceituais, filosóficos, epistemológicos e metodológicos dessa abordagem. Para quem precisa aprofundar os conhecimentos nessa abordagem, sugerimos começar por ele!
- **Design Research in Information Systems: Theory and Practice** (HEVNER; CHATTERJEE, 2010). Esse livro discute a realização de pesquisas em Sistemas de Informação utilizando a abordagem DSR (e nós, autores do presente capítulo, consideramos Informática na Educação como uma subárea de Sistemas de Informação). Recomendamos especialmente a leitura do Capítulo 2 desse livro. Os autores dessa obra possuem outros textos muito citados sobre a DSR.
- **Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering** (WIERINGA, 2014). Livro voltado especificamente para quem desenvolve pesquisas em Sistemas de Informação e Engenharia de Software. Gostamos muito desse livro, principalmente dos capítulos iniciais; ele nos ajudou a entender e aprofundar alguns aspectos sobre a DSR.
- **Design Science: Perspectivas paradigmáticas e comparações com Estudo de Caso e Pesquisa-Ação** (LIMA et al., 2014). Recomendamos esse artigo para quem deseja aprofundar as semelhanças e diferenças paradigmáticas entre a DSR e outras abordagens como Estudo de Caso e Pesquisa-Ação.

8 Artigos exemplos

- **Tapetes Musicais Inteligentes: computação ubíqua para apoiar a educação musical** (SANTOS; PIMENTEL; FILIPPO, 2016). Artigo que resume a pesquisa apresentada na Seção 6 do presente capítulo. Esse artigo é uma versão estendida do artigo premiado no WIE 2015 e sintetiza a dissertação de Thiago, que recebeu prêmio no CBIE 2016.
- **Gamificação e inteligência coletiva para promover a participação em sistema de bate-papo para educação** (SILVA, 2016). A pesquisa, documentada nessa dissertação de mestrado, foi concebida na perspectiva da DSR, com apropriação do método DSRM. Parte do texto do presente capítulo baseia-se nos estudos que nosso grupo de pesquisa realizou e que se encontram refletidos nessa dissertação.
- **Análise da centralidade no bate-papo: conversação em rede ou centrada no professor?** (SILVA, V., 2016). Essa dissertação de mestrado (com menção honrosa, 6^a melhor dissertação no CBIE 2017) também ilustra bem como nosso grupo tem se apropriado da abordagem DSR para a concepção e a realização de pesquisas em Informática na Educação.
- **PBL Canvas Toolkit: Uma ferramenta para o planejamento da abordagem PBL no Ensino de Computação** (ALEXANDRE, 2016). A abordagem DSR está sendo apropriada de maneira peculiar por diferentes grupos de pesquisa. Nessa proposta de tese, os pesquisadores buscaram seguir/adaptar um método estruturado em etapas, valorizando uma abordagem metodológica na DSR entre as diversas opções como as que apresentamos na Seção 4 do presente capítulo.

9 Checklist

Resumidamente, para fazer uma pesquisa na abordagem DSR na área de Informática na Educação, você deverá realizar as seguintes atividades (também ilustradas na Figura 15):

- Focar sua pesquisa no desenvolvimento de um artefato. Se o foco estiver na resolução de um problema, talvez você prefira outras abordagens, como Pesquisa-Ação. Se o foco estiver na investigação sobre algum artefato já em uso por um grupo, talvez Etnografia seja a abordagem mais adequada para a sua pesquisa. Se o foco estiver na investigação entre duas variáveis (causa e consequência), Experimento parece ser o método mais adequado para a sua pesquisa. A DSR só faz sentido se em sua pesquisa o foco estiver no desenvolvimento de algum artefato para resolver algum problema.
- Uma vez decidido que a DSR é a abordagem mais adequada para a pesquisa que você deseja realizar, sugerimos que você desenhe o mapa DSR da sua pesquisa de acordo com a Figura 7, caracterizando os seguintes aspectos:
 - **Problema:** que problema você espera resolver ou mitigar (com o uso do artefato)?

- **Contexto:** em que cenário o problema ocorre? A resolução do problema interessa a quem e a quantos?
- **Critérios de resolução do problema:** quais critérios, objetivos ou subjetivos, serão definidos para que alguma proposta de solução seja considerada aceitável? Pode ser um valor ou uma qualidade que, se obtido, o artefato será considerado aceitável para resolver (ou mitigar) o problema.
- **Artefato:** o que você irá desenvolver para resolver o problema?
- **Estado da técnica:** que conhecimentos técnicos (na literatura, em patentes e no mercado) devem ser considerados no desenvolvimento do artefato?
- **Critérios de validação do artefato:** que critérios serão definidos para que o artefato seja considerado válido (em termos de funcionalidades e requisitos não funcionais)?
- **Plano de avaliação se o artefato é válido:** planeje uma forma de avaliar se o artefato é considerado válido ou inválido de acordo com os critérios de validação estabelecidos (por exemplo, se o artefato for um sistema computacional, você pode planejar a realização de algum teste de software: testes funcionais, de usabilidade, de confiabilidade, de aceitação etc.).
- **Plano de avaliação se o artefato resolve o problema:** planeje uma forma de avaliar se o uso do artefato realmente resolve (ou mitiga) o problema de acordo com os critérios de resolução do problema previamente estabelecidos. Pode ser que você planeje um estudo de caso, ou um experimento, ou uma oficina etc. O ideal é realizar um estudo empírico no contexto para o qual o artefato foi projetado.
- **Conjecturas teóricas:** que suposições sobre comportamento humano, organizacional ou social estão sendo consideradas na pesquisa? As conjecturas teóricas geralmente não se encontram na Computação, mas sim em outras áreas, como Educação, Psicologia, Comunicação, Cibercultura etc.
- **Quadro teórico:** em que teorias (e teóricos) estão fundamentadas as conjecturas da pesquisa? Não confunda o quadro teórico (teorias sobre o comportamento das pessoas, organizações e sociedade) com o estado da técnica (conhecimentos técnicos relacionados ao desenvolvimento de artefatos).
- **Relação entre conjecturas e artefato:** o artefato deve ser projetado com base nas conjecturas teóricas. Certifique-se de que o artefato realmente possibilita colocar em prática uma investigação sobre cada uma das conjecturas consideradas na pesquisa. Talvez seja o caso de modificar o projeto do artefato ou rever as conjecturas em avaliação na pesquisa.
- **Falseamento das conjecturas:** as conjecturas devem poder ser falsas (caso contrário, não faria sentido realizar uma pesquisa para investigá-las). Que critérios, objetivos ou subjetivos, possibilitam concluir que as conjecturas são válidas ou falsas (ao menos no contexto

investigado)?

- **Plano de avaliação se as conjecturas parecem válidas:** planeje um estudo empírico com o uso do artefato para avaliar se as conjecturas que guiaram o projeto do artefato parecem válidas ou falsas de acordo com os critérios de falseamento das conjecturas previamente estabelecidos. Pode ser que você planeje um estudo de caso, um experimento, uma oficina etc.
- O mapa DSR da sua pesquisa, embora seja muito útil para estruturar as pesquisas (e organizar as ideias), não substitui um método de pesquisa consolidado na DSR. Você precisará escolher algum método para seguir em sua pesquisa. Nossa grupo tem adotado o DSRM (PEFFERS et al., 2007), embora existam alguns outros.

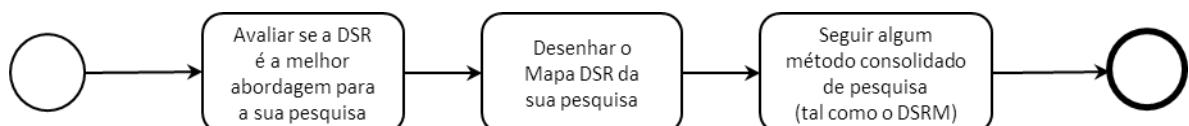


Figura 15: Fluxograma de atividades para a realização de pesquisas na DSR

10 Exercícios

1 – A DSR é uma abordagem adequada para que tipo de pesquisa científica? Dê um exemplo de pesquisa em que a DSR se mostra adequada e outro exemplo em que ela não se aplica.

2 – Qual a diferença entre o ciclo de engenharia, o ciclo empírico e o ciclo de relevância? Cite algumas atividades que o pesquisador precisa realizar em cada um desses ciclos.

3 – Projete uma pesquisa na DSR estruturando-a de acordo com o mapa apresentado na Seção 6 (Figura 7).

11 Referências

ALEXANDRE, Gustavo H. S. **PBL Canvas Toolkit:** Uma ferramenta para o planejamento da abordagem PBL no ensino de computação. Proposta de Tese, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

ALTURKI, Ahmad; GABLE, Guy G.; BANDARA, Wasana. A Design Science Research Roadmap. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN SCIENCE RESEARCH IN INFORMATION SYSTEMS. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. p.107-123.

- BASKERVILLE, Richard. What Design Science is Not. **European Journal of Information Systems**, n.17, p.441-443, 2008.
- BAX, Marcello P. Design Science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. In: XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Belo Horizonte, 2014. p.3883-3903.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; ANTUNES JR, José A. V. **Design Science Research:** método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- FOUCAULT, Michel. **Vigar e punir.** Lisboa: Leya, 2014.
- FRAZEE, J.; KREUTER, K. **Discovering Orff:** A Curriculum for Music Teachers. London: Schott & Company, Limited, 1987.
- GREGOR, Shirley; HEVNER, Alan R. Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. **MIS Quarterly**, v.37, n.2, p.337-355, Jun 2013.
- HEVNER, Alan. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p.4, 2007.
- _____; CHATTERJEE, Samir. **Design Research in Information Systems: Theory and Practice** [Integrated Series in Information Systems]. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2010.
- _____. et al. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p.75-105, 2004.
- JAQUES-DALCROZE, Émile. **Rhythm, Music and Education.** New York: G. P. Putnam's Sons, 1921.
- LIMA, Sérgio. H. O. et al. Design Science: Perspectivas paradigmáticas e comparações com estudo de caso e pesquisa-ação. VII ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS DA ANPAD. Gramado, RS: ANPAD, 2014.
- PEFFERS, Ken et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p.45-77, 2007.
- PIAGET, Jean. **A psicologia da inteligência.** Rio de Janeiro: Vozes, 2013.
- PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise; SANTOS, Thiago M. Projetando o futuro da educação com computação ubíqua. **Educação & Imagem (UERJ)**, v. 5, p.1-4, 2015.
- SANTOS, Thiago M. **Computação ubíqua para apoiar a educação musical: explorações com Tapetes Musicais Inteligentes.** 2015. Dissertação de Mestrado (Informática), PPGI-UNIRIO, Rio de Janeiro, 2015.
- _____. **Novas interfaces tecnológicas:** discutindo os usos didáticos de uma roupa computacional para aulas de música. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Música), UNIRIO, Rio de Janeiro, 2012.
- _____; FILIPPO, Denise; PIMENTEL, Mariano. Computação ubíqua para apoiar a educação musical: explorações com Tapetes Musicais Inteligentes. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2016),

- Anais....**, Uberlândia: CBIE, 2016. p.61-70.
- _____; FILIPPO, Denise; PIMENTEL, Mariano. Computação ubíqua para apoiar a educação musical: explorações com o Makey Makey. In: XXI WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2015, **Anais....**, Maceió: CBIE-Laclo, 2015. p.330-339.
- _____; PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise. Tapetes musicais inteligentes: Computação ubíqua para apoiar a educação musical. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 2, p.123-142, 2016.
- SAVERY, J. R. Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v.1, n.1, p.9-20, 2006.
- SERAFINE, Mary L. **Music as Cognition**. New York: Columbia University Press, 2010.
- SILVA, Adilson R. **Gamificação e inteligência coletiva para promover a participação em sistema de bate-papo para educação**. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2016.
- SILVA, Valleska C. M. **Análise da centralidade no bate-papo: conversação em rede ou centrada no professor?** Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2016.
- SIMON, Hebert A. **The Sciences of the Artificial**. Cambridge, MA: MIT Press, 1969.
- _____. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1996 [1^a edição publicado em 1969].
- SLOBODA, John. **Exploring the musical mind: Cognition, emotion, ability, function**. Oxford University Press, 2005.
- SOARES, Magda. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n.25, p.5-17, 2004.
- SWANWICK, Keith. **Teaching Music Musically**. Kindle edition, 2007.
- _____; TILLMAN, J. The Sequence of Music Development: a study of children's composition. **British Journal of Music Education**, v. 3, n. 3, p.305-339, 1986.
- VAISHNAVI, Vijay K.; KUECHLER, William. **Design Science Research Methods and Patterns: Innovating Information and Communication Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2015.
- VENKATESH, Viswanath et al. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. **MIS quarterly**, v.27, n.3 p.425-478, 2003.
- VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- WAZLAWICK, Raul. **Metodologia de pesquisa para ciênciça da computação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- WIERINGA, Roel J. **Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering**. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2014.

Sobre os autores



Mariano Pimentel

<http://lattes.cnpq.br/1920411639358905>

Doutor em Informática, professor adjunto do Departamento de Informática Aplicada e membro do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO. Realiza pesquisas sobre Sistemas de Informação, Comunicação Mediada por Computador, Cibercultura, Educação Online, Educação a Distância e Sistemas para Colaboração. Coordena o Projeto ComunicaTEC – Tecnologias de Comunicação para Educação e Colaboração.



Denise Filippo

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4785041Y7>

Doutora em Engenharia de Software pelo Departamento de Informática da PUC-Rio e Engenheira Eletrônica, Denise é gerente de TI na Escola Superior de Desenho Industrial da UERJ e professora da disciplina de Sistemas Colaborativos no curso de MBA em Engenharia de Software da UFRJ. Suas áreas de interesse são: Sistemas Colaborativos, Sistemas Móveis e Ubíquos, Internet das Coisas, e aplicação dessas áreas na Educação, na Música e no Design de Interação.



Flávia Maria Santoro

<http://lattes.cnpq.br/5377746284077362>

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2. Possui graduação em Engenharia Eletrônica pela UFRJ (1989), e mestrado e doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação pela COPPE – UFRJ (1996 e 2001). Realizou pós-doutorado na Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, França (2004-2005), e na Queensland University of Technology, Austrália (2012-2013). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão de Processos de Negócios, Gestão de Conhecimento, Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador e Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador.