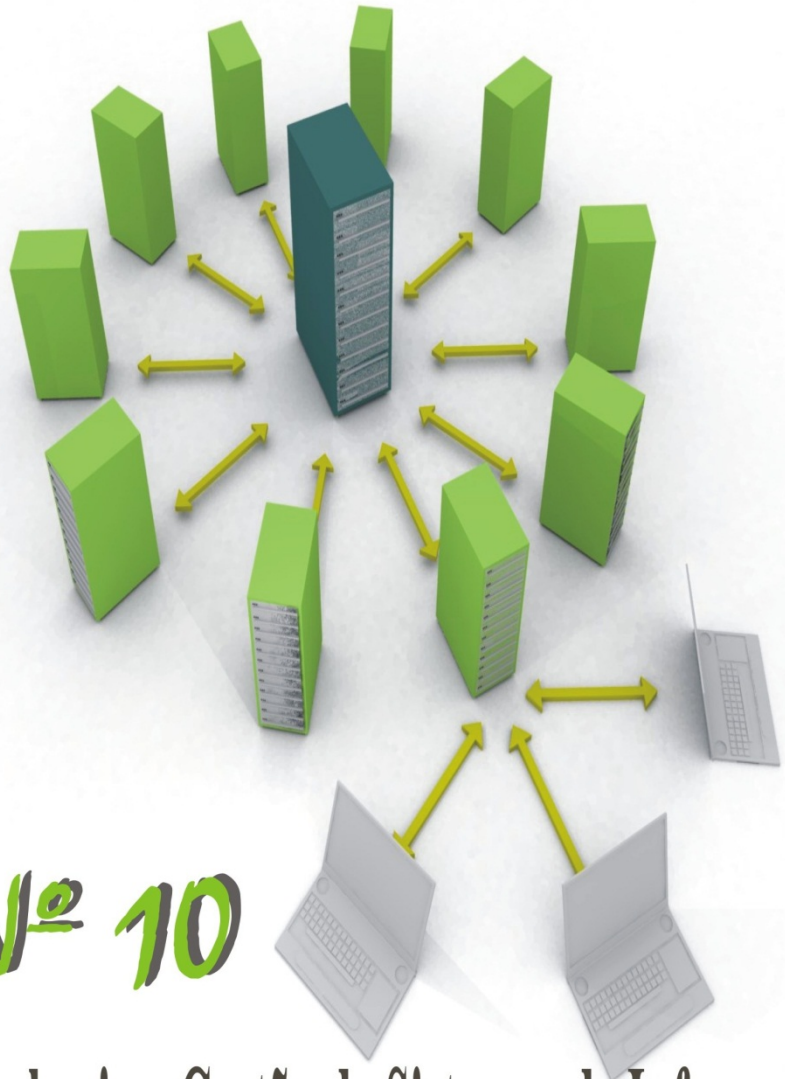




Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

D E Z E M B R O 2 0 1 2 • D I C I E M B R E 2 0 1 2



Nº 10

Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

## **Edição / Edición**

Nº 10, 12/2012

**Tiragem / Tirage:** 1000

**Preço por número / Precio por número:** 12,5€

**Subscrição anual / Suscripción anual:** 20€ (2 números)

**ISSN:** 1646-9895

**Depósito legal:**

## **Indexação / Indexación**

Academic Journals Database, Compendex, CrossRef, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, Latindex, ProQuest, SCOPUS e Ulrich's.

## **Propriedade e Publicação / Propriedad y Publicación**

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Rua de Lagares 523 - Silvares, 4620-646 Lousada, Portugal

E-mail: [risti@aisti.eu](mailto:risti@aisti.eu)

Web: <http://www.aisti.eu>

## **Parceiro / Socio**

Academy Publisher: <http://www.academpublisher.com>

# Ficha Técnica

## Director

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa

## Coordenador da Edição / Coordinador de la Edición

Vitor Santos, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI

## Conselho Editorial / Consejo Editorial

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela

Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid

Luís Borges Gouveia, Universidade Fernando Pessoa

Luís Paulo Reis, Universidade do Minho

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

Maria Manuela Cruz-Cunha, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

## Secretariado Editorial

Avelino Victor, Instituto Superior da Maia e Instituto de Informática do Porto

Paulo Teixeira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

## Conselho Científico / Consejo Científico

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Aldemar Santos, Universidade Federal de Pernambuco, BR

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

Ana Maria Correia, Universidade Nova de Lisboa, PT

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Angelica Caro, University of Bio Bio, CL

Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universitat de les Illes Balears, ES

Antonia Mas Pichaco, Universitat de les Illes Balears, ES

António Godinho, ISLA-Gaia, PT

António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT

Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT  
Armando Sousa, Universidade do Porto, PT  
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES  
Baltasar García Pérez-Schofield, Universidad de Vigo, ES  
Carlos Costa, Universidade de Aveiro, PT  
Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria, PT  
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES  
Cesar Alexandre de Sousa, Universidade de São Paulo, BR  
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Daniel Castro Silva, Universidade de Coimbra, PT  
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT  
Didac Busquets, Imperial College London, UK  
Eduardo Luís Cardoso, Universidade Católica Portuguesa - Porto, PT  
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Fernando Diaz, Universidad de Valladolid, ES  
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa - Braga, PT  
Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro, PT  
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT  
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX  
Jaime S. Cardoso, Universidade do Porto, PT  
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES  
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática, MX  
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT  
João Sarmento, Universidade do Minho, PT  
João Tavares, Universidade do Porto, PT  
Joaquim Reis, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, PT  
Jörg Thomaschewski, University of Applied Sciences OOW - Emden, DE  
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX  
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT  
José Luis Pardo Díaz, Instituto Tecnológico Virtual de Educación, VE

Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
José Silvestre Silva, Universidade de Coimbra, PT  
Juan Carlos González Moreno, Universidad de Vigo, ES  
Juan José de Benito Martín, Universidad de Valladolid, ES  
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada, ES  
Juan-Manuel Lopez-Zafra, Universidad Complutense de Madrid, ES  
Luís Correia, Universidade de Lisboa, PT  
Luis de Campos, Universidad de Granada, ES  
Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcalá, ES  
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES  
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educação a Distancia, ES  
Marco Painho, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Maria Clara Silveira, Instituto Politécnico da Guarda, PT  
Maria Helena Monteiro, Universidade Técnica de Lisboa, PT  
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES  
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES  
Miguel Castro Neto, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Mirna Ariadna Muñoz Mata, CIMAT - Unidad Zacatecas, MX  
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Orlando Belo, Universidade do Minho, PT  
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Pedro Abreu, Universidade de Coimbra, PT  
Pedro Miguel Moreira, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, PT  
Pedro Nogueira Ramos, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, PT  
Pedro Pimenta, Universidade do Minho, PT  
Pedro Sánchez Palma, Universidad Politécnica de Cartagena, ES  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES  
Reinaldo Bianchi, Centro Universitário da FEI, BR  
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE

Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES

Tomás San Feliu Gilabert, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Vitor Santos, Universidade Nova de Lisboa, PT

Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES



## Editorial

A presente edição da RISTI é dedicada à Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação. É um tema abrangente e multidisciplinar, incluindo, entre outros aspetos, abordagens teóricas e metodológicas, planeamento estratégico de sistemas de informação, gestão do conhecimento e práticas de sistemas de informação específicas de indústrias. Procurou fazer-se um levantamento de ideias inovadoras, soluções desenvolvidas, trabalhos empíricos e estudos de caso neste domínio. Os sete artigos publicados enquadram-se neste pressuposto.

A seleção de artigos que se apresenta é o resultado de um exigente processo de avaliação das 29 propostas originalmente submetidas, provenientes de 7 países e de 2 continentes. Cada artigo foi avaliado por, pelo menos, três membros da Comissão Científica, resultando numa taxa de aceitação final de 24%. A qualidade evidenciada pelos sete artigos publicados é a face visível da exigência desse processo.

O enorme interesse que a comunidade académica demonstrou ter, desde o início, nesta publicação e a qualidade dos artigos científicos publicados constitui uma prova da sua relevância, um indicador de vitalidade da comunidade e uma indicação de que a RISTI tem já um papel importante num dos maiores desafios que se coloca à sociedade: o desafio da inovação.

O primeiro artigo, tem como objetivo identificar, considerando as teorias relacionadas com a área de sistemas de informação, as principais teorias que foram utilizadas na investigação recente sobre a gestão do conhecimento. As teorias identificadas em cerca de 40% dos artigos analisados são: Teoria dos Jogos, Teoria do Capital Social, Teoria do Comportamento Planejado, Teoria da Troca Social, Capacidades Dinâmicas e Teoria da Ação Racional. Destaca-se também que um determinado aspeto da gestão do conhecimento, por exemplo, os antecedentes da partilha de conhecimento, pode ser investigado utilizando diferentes teorias.

O segundo artigo propõe a utilização da dinâmica de sistemas para a modelação semântica de projetos de desenvolvimento de *software*. Argumenta que a natureza interdisciplinar e o rigor matemático das dinâmicas dos sistemas, pode facilitar a integração entre os participantes e colaboradores na construção e validação de representações de conhecimento no domínio do problema dando origem a diagramas de desenho de *software*.

No terceiro artigo, os autores seleccionam uma abordagem de gestão de investimentos em SI/TI, promovendo um processo comparativo que leva em conta a natureza dos investimentos e o ambiente organizacional onde se inserem. Detalha-se a identificação dos benefícios potenciais dos investimentos e a garantia que estes, de facto, poderão ser realizados. Defende-se que devido à dificuldade sistemática na determinação dos benefícios, em especial dos benefícios intangíveis, a aplicação de métodos económico-financeiros não é evidente e portanto torna-se crucial, neste contexto, que as empresas introduzam abordagens de gestão que permitam identificar, monitorizar e alcançar os almejados benefícios.

No quarto artigo são identificadas algumas metodologias para a definição de arquitecturas de informação e é apresentado um estudo de planeamento da arquitectura de informação para um organismo da administração pública local, com recurso a uma metodologia BSP adaptada, a qual se mostrou suficientemente flexível e adequada à concretização dos objectivos perseguidos.

O quinto artigo aborda a especificação inicial de requisitos de qualidade de dados, capturados em modelos de processos de negócios descritos em BPMN e a transformação desses requisitos em casos de uso de UML, que podem ser usadas em processos de desenvolvimento de software. Para isso, propõe um método, o BPiDQ\*, com o qual se pode modelar processos de negócios de forma ordenada e sistemática.

O sexto artigo propõe um sistema de informação inter-organizacional (IOIs), que tem por finalidade melhorar a transferência de conhecimento e de valor no sector da domótica. A proposta tem por base um trabalho de pesquisa empírica que tem por objetivo último a implementação de IOIs no sector da construção como melhores práticas.

Finalmente, no sétimo artigo apresenta-se uma tecnologia que permite estudar a mobilidade a partir da colaboração entre o motorista e o cidadão como uma chave para obter conhecimento. A facilidade de uso da tecnologia, a motivação e a oferta de recompensa são elementos que devem ser cuidadosamente considerados para manter o condutor interessado em colaborar. A tecnologia proposta foi testada com sucesso na cidade de Gijón.

Gostaria de expressar o nosso agradecimento a todos os autores que submeteram o seu trabalho científico para ser avaliado para publicação nesta edição da RISTI; aos membros da Comissão Científica, pela criteriosa avaliação que fizeram dos artigos submetidos; e ao Conselho Editorial, pelo convite para editar este número da Revista. Foi com grande gosto e sentido de responsabilidade que o aceitei. Espero que esta edição possa constituir mais um passo firme na construção e consolidação de uma comunidade na área dos sistemas e tecnologias de informação de expressão portuguesa e espanhola.

Vitor Santos

Universidade Nova de Lisboa, ISEGI

# Índice

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| As teorias utilizadas nas investigações sobre gestão do conhecimento .....                                                 | 1  |
| <i>Luiza A. O. P. Xavier, Mírian Oliveira, Eduardo K. Teixeira</i>                                                         |    |
| Modelamiento semántico con Dinámica de Sistemas en el proceso de desarrollo de software .....                              | 19 |
| <i>Ricardo Vicente Jaime Vivas</i>                                                                                         |    |
| Seleção de uma abordagem de gestão de investimentos em Sistemas e Tecnologias da Informação .....                          | 35 |
| <i>Jorge Gomes, Mário Romão</i>                                                                                            |    |
| Definição da Arquitectura de Informação em organismo da Administração Pública Local .....                                  | 51 |
| <i>Filipe Sá, Álvaro Rocha</i>                                                                                             |    |
| Obteniendo Casos de Uso centrados en la Calidad de los Datos desde Procesos de Negocio descritos con BPMN .....            | 65 |
| <i>Alfonso Rodríguez, Angélica Caro</i>                                                                                    |    |
| Caracterización de un modelo de sistema de información interorganizacional para el sector de la edificación domótica ..... | 81 |
| <i>Antonio Pereira-Rama, Julián Chaparro-Peláez, Ángel Francisco Agudo-Peregrina</i>                                       |    |
| Cated Box, una tecnología para hacer estudios de movilidad 2.0 .....                                                       | 97 |
| <i>Abel Rionda, David Martínez, Xabiel G. Pañeda, David Arbesú, J. Emilio Jimenez, F. F. Linera</i>                        |    |



# Teorias utilizadas nas investigações sobre gestão do conhecimento

Luiza A. O. P. Xavier <sup>1</sup>, Mírian Oliveira <sup>1</sup>, Eduardo K. Teixeira <sup>1</sup>

luiza.xavier@acad.pucrs.br, miriano@pucrs.br, eduardo.kunzel@hotmail.com

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Av. Ipiranga 6681, 90619-900, Porto Alegre-RS, Brasil

DOI: 10.4304/risti.10.1-18

**Resumo:** A gestão do conhecimento tem sido reconhecida por pesquisadores e usuários como crucial para o crescimento e desenvolvimento das organizações. A área de Sistemas de Informação contribui com investigações sobre gestão do conhecimento. Este artigo tem como objetivo identificar as principais teorias que foram utilizadas nas investigações sobre a gestão do conhecimento, considerando as teorias relacionadas com a área de sistemas de informação. As teorias identificadas em cerca de 40% dos artigos analisados são: *Game Theory*, *Social Capital Theory*, *Theory of Planned Behavior*, *Social Exchange Theory*, *Dynamic Capabilities* e *Theory of Reasoned Action*. Observou-se que as teorias são utilizadas tanto em investigações sobre gestão do conhecimento, como em pesquisas sobre uma das etapas do seu processo, ou seja, o compartilhamento do conhecimento. Destaca-se também que determinado aspecto da gestão do conhecimento, por exemplo, antecedente do compartilhamento de conhecimento, pode ser investigado utilizando diferentes teorias.

**Palavras chaves:** Gestão do conhecimento; Teorias; Sistemas de informação.

**Abstract:** Knowledge management has been recognized by researchers and users as crucial to the growth and development of organizations. The Information Systems area contributes to research on knowledge management. This article aims to identify the main theories related to the information systems area that have been used in knowledge management research. The theories identified in about 40% of the articles analyzed are: *Game Theory*, *Social Capital Theory*, *Theory of Planned Behavior*, *Social Exchange Theory*, *Dynamic Capabilities* and *Theory of Reasoned Action*. It was found that these theories are used in both knowledge management research, and research into one of the steps in the knowledge management process, that is, knowledge sharing. Another noteworthy point is that the specific aspects of knowledge management, for example knowledge sharing antecedents, can be investigated using different theories.

**Key-words:** Knowledge management; Theory; Information Systems.

## 1. Introdução

O conhecimento é considerado por diversos autores como essencial para que a organização obtenha vantagem competitiva. Atualmente, a vantagem competitiva está mais relacionada com a aplicação do conhecimento do que com o mercado (Claycomb, Droge & Germain, 2001; Mills & Smith, 2011). O conhecimento pode ser considerado como uma informação relevante que pode ser contextualizada e transformada em ação (Bose, 2004), podendo ser, até mesmo, uma opinião justificada que traz benefícios à organização (Alavi & Leidner, 2001). O conhecimento é formado a partir de experiências, valores e informações que constituem a base para que seja possível incorporar novos conhecimentos em uma organização (Baskerville & Dulipovici, 2006).

A gestão do conhecimento pretende melhorar a organização identificando o conhecimento coletivo dentro de uma organização e utilizando esse conhecimento para aprimorá-la (Alavi & Leidner, 2001), facilitando o fluxo de conhecimento entre as pessoas (Bose, 2004). Gerenciar o conhecimento é explorar o conhecimento para que gere valor para a organização (Burstein & Linger, 2003). A gestão do conhecimento pode trazer para a empresa vantagens nas áreas de inovação, operacional e da qualidade dos produtos e serviços (Baskerville & Dulipovici, 2006). A mensuração da gestão do conhecimento auxilia na identificação de problemas e possíveis melhorias, impactando de forma positiva na organização (Kankanhalli & Tan, 2005). Os objetivos da gestão do conhecimento são: aumentar o conhecimento; promover a inovação; aumentar a colaboração e com isso aumentar os lucros de uma organização, aperfeiçoando o desempenho da empresa e adicionando valor para que as empresas atuem da melhor forma (Bose, 2004).

A gestão do conhecimento é investigada tendo como base teorias provenientes de diversas áreas, entre elas: gestão estratégica, cultura organizacional, comportamento organizacional e sistemas de informação (Baskerville & Dulipovici, 2006). As teorias utilizadas na área de sistemas de informação podem agregar valor às investigações sobre gestão do conhecimento.

As teorias são formas de aumentar o conhecimento sobre o que está sendo estudado, melhorando o entendimento da área analisada (Gregor, 2006), ajudando a definir os significados para as questões estudadas (Truex & Keil, 2006). O objetivo deste artigo é identificar as teorias utilizadas na área de sistemas de informação que contribuem para as investigações sobre gestão do conhecimento. Desta forma, auxiliando o campo de pesquisa com um mapeamento das teorias utilizadas nas pesquisas sobre gestão do conhecimento, possibilitando identificar lacunas para futuras investigações.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são apresentados conceitos sobre gestão do conhecimento e sobre teorias; na seção 3, os critérios metodológicos adotados são descritos; na seção 4, os resultados são analisados e discutidos; por último, na seção 5, as conclusões desta investigação são relacionadas.

## 2. Gestão do conhecimento e as teorias

Esta seção apresenta conceitos relacionados com a gestão do conhecimento (2.1) e com as teorias (2.2). Desta forma, servindo de base para a investigação sobre a relação entre estes dois tópicos.

## 2.1. Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento é um campo de investigação emergente e valorizado nos tempos atuais (Zeide & Liebowitz, 2012). Lee e Yang (2000, p.784) definem gestão do conhecimento como “uma coleção de processos que governam a criação e disseminação do conhecimento com o intuito de alcançar os objetivos organizacionais”. A gestão do conhecimento cria um ambiente social e tecnológico favorável para atividades relacionadas com o conhecimento que promovem a criação, armazenamento e compartilhamento de conhecimento (Reaich, Gemino & Sauer, 2012).

A gestão do conhecimento é considerada uma estratégia da empresa de melhorar seu desempenho, aumentando a sua competitividade (Bhusry & Ranjan, 2012) e, assim, conferir vantagem competitiva para a organização (Daud, 2012; Hsu & Sabherwal, 2012; Zhao, De Pablos & Qi, 2012; Biasutti & El-Deghaidy, 2012). Uma gestão do conhecimento adequada pode gerar um aumento da produtividade (Bose, 2004), promover a inovação (Ansari, Youshanlouei & Mood, 2012; Hsu & Sabherwal, 2012; Zeide & Liebowitz, 2012), aumentar a eficiência (Hsu & Sabherwal, 2012) e a eficácia (Zeide & Liebowitz, 2012), elevar a colaboração melhorando os níveis de conhecimento dos empregados (Bose, 2004), qualificar processos como o de tomada de decisões (Fugate et al., 2012; Daud, 2012; Al-Sudairy & Vasista, 2012), e moderar as incertezas das empresas em relação aos mercados futuros e qualificar os produtos (Daud, 2012).

O conhecimento pode ser considerado uma informação contextualizada. A informação é convertida em conhecimento a partir de elementos humanos, como processos mentais (Nonaka, 1994; Alavi & Leidner, 2001). O conhecimento pode ser classificado em dois tipos: conhecimento tácito e conhecimento explícito. O conhecimento tácito é o conhecimento que não é documentado, é um conhecimento informal que flui entre as pessoas, ou grupos de pessoas, que trabalham em uma organização. Já o conhecimento explícito é aquele apresentado através de representações articuladas e codificadas (Shah et al., 2007; Nonaka & Konno, 1998) como os conhecimentos coletados e armazenados em repositórios da empresa, onde um determinado grupo de funcionários pode ter acesso.

A forma de gerenciamento de cada um dos tipos de conhecimento, tácito ou explícito, deve ser diferente, sendo que, a gestão do conhecimento deve considerar os dois tipos. O conhecimento tácito é formado a partir de experiências, valores, emoções, ideias e informações de cada indivíduo. O conhecimento explícito está relacionado com a identificação, o armazenamento do conhecimento e o seu compartilhamento. Então, é possível transformar um conhecimento tácito em explícito, ajudando a melhorar a organização e sendo possível executar etapas iguais as já realizadas a partir desse conhecimento agora formalizado pela organização (Rubenstein- Montano et al., 2001).

Quando a empresa prioriza o conhecimento explícito sua gestão do conhecimento está voltada às tecnologias para armazenagem, codificação e reutilização do conhecimento. Já as empresas mais focadas no conhecimento tácito tendem a desenvolver atividades relacionadas ao contato contínuo, ao compartilhamento de ideias e experiências dos funcionários, realizando atividades relacionadas ao diálogo entre os indivíduos da organização (Hansen, Nohria & Tierney, 1999).

Para que a empresa obtenha um bom desempenho a partir da gestão do conhecimento alguns antecedentes, também conhecidos como facilitadores, são importantes, como, por exemplo, o suporte da alta administração (Oliveira, Caldeira & Romão, 2012). Oliveira e Caldeira (2008) realizaram um mapeamento das investigações sobre os fatores que afetam a implementação da gestão do conhecimento. Os antecedentes também são considerados em investigações que abordam uma determinada etapa do processo de gestão do conhecimento. Um exemplo disto é a investigação realizada por Lin (2007), que mostrou a influência de três fatores motivacionais no compartilhamento do conhecimento.

As etapas do processo de gestão do conhecimento são denominadas de diferentes formas. Goldoni e Oliveira (2010) mostram como as etapas do processo de gestão do conhecimento são consideradas por diferentes autores. Esta investigação adota as etapas utilizadas por Alavi e Leidner (2001), as quais são semelhantes às etapas propostas por Goldoni e Oliveira (2010) exceto pela etapa de mensuração. As etapas do processo de gestão do conhecimento são (Alavi & Leidner, 2001): criação, armazenamento, transferência (também denominada compartilhamento e disseminação), aplicação (também chamada de utilização).

O compartilhamento do conhecimento tem obtido destaque nas investigações em relação as outras etapas do processo pela sua importância (Styhre et al., 2008). A transferência de conhecimento organizacional é um processo onde os indivíduos, as equipes, as unidades, ou as próprias organizações fornecem e recebem conhecimentos a partir das experiências dos outros (Wijk, 2008). A capacidade de uma empresa de transferir conhecimento de uma forma eficaz entre os indivíduos é fundamental para as empresas melhorarem seus processos e resultados (Szulanski, 1996), e para o desenvolvimento de novos produtos (Hansen, 1999).

A Figura 1 apresenta a relação entre os conceitos abordados nesta seção, ou seja, a gestão do conhecimento possui antecedentes e resultados, sendo formada por um conjunto de processos, onde o compartilhamento do conhecimento tem importância destacada em relação aos demais, com investigações que tratam tanto de antecedentes quanto de resultados relacionados ao mesmo.

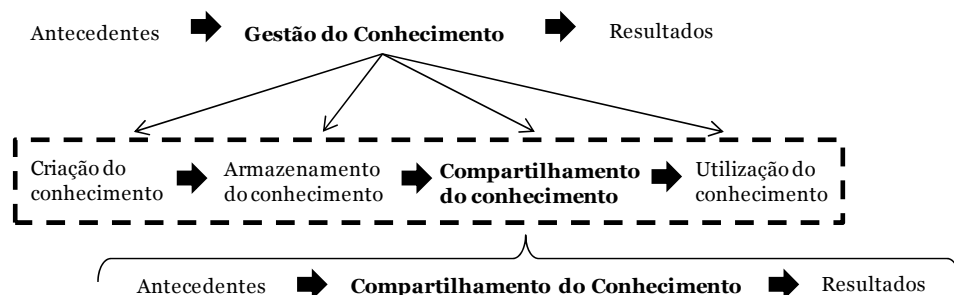


Figura 1 – Gestão do Conhecimento: antecedentes, resultados e processo.

As investigações realizadas sobre gestão do conhecimento, independente do foco escolhido, consideram uma ou mais teorias como base para o seu desenvolvimento.

## **2.2. Teorias**

Assim como na gestão de conhecimento, a área de Sistemas de Informação (SI) usa muitas outras disciplinas como referências para suas bases teóricas, como a matemática, a filosofia, a sociologia e a gestão (Gregor, 2006). A diversidade teórica é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa em SI (Truex & Keil, 2006).

Teorias são entidades abstratas que procuram descrever, explicar e melhorar o entendimento de algo e, em alguns casos, conferir capacidade preditiva do futuro e dar as coordenadas para a intervenção e a ação (Moody, 2010). Ela é o elemento que afeta nosso entendimento sobre as coisas, dando significado às questões complicadas e contraditórias do mundo real (Truex & Keil, 2006).

As teorias bem desenvolvidas guiam a investigação, e quando aplicadas, aumentam a possibilidade de obter resultados positivos (Markus & Robey, 1988). Por outro lado, teorias mal estabelecidas podem gerar o efeito contrário. A classificação das teorias em categorias foi proposta por Gregor (2006), considerando o objetivo das mesmas: analisar e descrever; explicar; prever; e, prescrever. Estas categorias têm em comum o fato de serem usadas como meio de se avançar no corpo teórico de alguma disciplina (Truex & Keil, 2006). De acordo com Markus e Robey (1988), uma forma de resolver o problema da fragilidade teórica é focar na essência das teorias, olhando suas definições conceituais e suas orientações normativas.

Os componentes que caracterizam uma teoria, segundo Gregor (2006), são: forma de representação - forma física de representar a teoria, como imagens, modelos e diagramas; constructos - são os fenômenos de interesse da teoria; tipo de relacionamento - mostra a forma de relação entre os constructos: associativa, composicional, unidirecional, bidirecional, condicional ou causal; escopo - grau de generalização entre as relações; propósito com a teoria - definição; explicações causais - mostra como são as relações dos constructos; hipóteses testáveis - relações entre os constructos são constatadas de forma que possam ser testadas empiricamente; prescrição de rotinas - a teoria dá diretrizes de como utilizá-la na prática.

Dentre os possíveis problemas, um particularmente importante é a adaptação de uma teoria de um campo de conhecimento para outro. Mover uma teoria de um campo teórico para outro é um trabalho que exige cuidadosa reflexão antes de sua adaptação e uso (Truex & Keil, 2006). Quando se utiliza emprestado uma teoria de outra área, uma má adaptação tem os riscos de se gerar erros, compreender erradamente os conceitos que estão subentendidos e perder tempo por não adicionar conteúdo à área. Pensando nesse problema, Truex e Keil (2006) fazem uma série de recomendações para a adaptação de uma teoria a um novo campo: verificar o quanto a teoria se ajusta em explicar o fenômeno de interesse; entender o contexto e uso original da teoria; analisar como a teoria impacta na escolha do método; considerar que acúmulo de conhecimento se dá na disciplina que faz a recepção da teoria; e qual a reflexão que a nova teoria causa no campo receptor.

## **3. Método**

Esta investigação utilizou uma abordagem descritiva para atingir o objetivo proposto. A cientometria, empregada nesta pesquisa, visa à identificação de lacunas no

conhecimento, de tópicos e metodologias investigados a partir do entendimento do presente e do passado de uma área científica (Serenko, Cocsila & Turel, 2008).

As 86 teorias utilizadas na área de sistemas de informação foram identificadas no site da *Association of Information Systems* (AIS). A lista das teorias apresentadas no site é mantida como um projeto em andamento da *Marriott School of Management* da *Brigham Young University*. No site são descritas oitenta e seis teorias utilizadas na área de sistemas de informação.

Na sequência, em junho de 2012 foi realizada uma busca de artigos que relacionassem as teorias com a gestão do conhecimento. O conjunto de artigos analisados foi selecionado através de uma pesquisa na base de dados Proquest, utilizando as palavras-chave “*knowledge management*” (KM), “*knowledge transfer*” (KT), “*knowledge sharing*” (KS) ou “*community of practice*” (CoP) e as teorias relacionados no site da AIS, nos títulos e resumos dos artigos científicos publicados em periódicos acadêmicos.

A partir da pesquisa realizada no Proquest foram obtidos 189 artigos com 42 teorias utilizadas na área de sistemas de informação que investigam gestão do conhecimento. As teorias identificadas nos artigos são (AIS, 2012):

- *Actor Network Theory* – considera que uma rede possui diferentes elementos, e todos os atores (pessoas, objetos ou organização) são igualmente importantes para a organização;
- *Agency Theory* - direcionada para a relação entre aquele que delega trabalho para o outro, o qual realiza esse trabalho;
- *Cognitive Dissonance Theory* – foca nas relações cognitivas, considerando que existe uma tendência entre os indivíduos de buscar uma coerência entre suas crenças (ou seja, crenças, opiniões);
- *Cognitive Fit Theory* – “propõe que a correspondência entre tarefa e formato de apresentação de informações leva a um desempenho de tarefas superior”;
- *Cognitive Load Theory* – considera que o aprendizado pode melhorar pela presença de informação;
- *Contingency Theory* – faz parte das teorias comportamentais, considerando que a situação ótima depende de aspectos internos e externos à organização;
- *Critical Social Theory* – considera que a realidade social é produzida pelas pessoas;
- *Complexity Theory* – é parte da teoria da computação lidando com os recursos necessários para resolver um determinado problema;
- *Chaos Theory* – é relacionada com sistemas não lineares e dinâmicos, que apresentam comportamento irregular;
- *Dynamic Capabilities* – “habilidade de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para lidar com ambientes em rápida mudança”;

- *Evolutionary Theory* – aborda a variabilidade nas características hereditárias possuídas por organismos individuais de uma espécie;
- *Flow Theory* – “considera um estado mental de completa absorção”;
- *General Systems Theory* – “centra-se na disposição das relações entre as partes que se conectam em um todo”;
- *Game theory* – “ramo da matemática aplicada que utiliza modelos para estudar as interações com as estruturas de incentivo formalizadas”;
- *Hermeneutics* – “propõe que os indivíduos devem ter acesso a recursos compartilhados lingüísticos e de interpretação”;
- *Information processing theory* – considera dois conceitos, “o primeiro conceito é o de memória de curto prazo, e o segundo conceito é em relação ao processamento de informações”;
- *Institutional Theory* – “considera os processos pelos quais estruturas, incluindo esquemas, regras, normas e rotinas, se estabelecem como diretrizes oficiais para o comportamento social”;
- *Knowledge-Based Theory of the Firm* – considera o conhecimento com o bem mais valioso para a organização;
- *Media Richness Theory* – formada por dois pressupostos, o primeiro considera que o processamentos de informações dentro da organização reduz a incerteza, e o segundo que a mídia funciona melhor para certas tarefas do que para outras;
- *Media Synchronicity Theory* – centra-se na capacidade dos meios de comunicação para apoiar a sincronicidade;
- *Organizational Knowledge Creation* – “o conhecimento organizacional é criado através de um diálogo contínuo entre o conhecimento tácito e explícito através de quatro padrões de interações, que são internalização, combinação, socialização e externalização”;
- *Organizational learning theory* – “para serem competitivas em um ambiente em mudança, as organizações devem mudar seus objetivos e ações para atingir suas metas”;
- *Portfolio Theory* – “analisa a maximização de benefícios investidos, considerando risco e retorno”;
- *Resource-Based View of the Firm* – “argumenta que as empresas possuem recursos que levam a um desempenho superior em longo prazo e esses são valiosos e raros, podendo conduzir à criação de uma vantagem competitiva para a empresa”;
- *Real Options Theory* – “opções reais capturam o valor da flexibilidade gerencial para adaptar decisões em resposta a desenvolvimentos do mercado inesperados”;

- *Social Capital Theory* – “o capital social é um termo que abrange as normas e redes facilitando as ações coletivas para benefícios mútuos”;
- *Social Cognitive Theory* – “fornece um framework para entendimento, previsão e mudança no comportamento humano”;
- *Social Exchange Theory* – o foco desta teoria é a troca entre atores moderada pelas relações sociais;
- *Self-Efficacy Theory* – “percepção das pessoas sobre a sua capacidade de planejar e agir para atingir um determinado objetivo”;
- *Social Network Theory* – “trata as relações sociais em termos de nós e laços, os laços são os atores individuais dentro das redes, e os laços são as relações entre os atores”;
- *Social Shaping of Technology* – “examina o conteúdo da tecnologia e os processos envolvem inovação”;
- *Structuration Theory* – teoria geral nas ciências sociais;
- *Socio-Technical Theory* – “compreende os dispositivos, ferramentas e técnicas necessárias para transformar insumos em produtos de uma forma que melhora o desempenho econômico da organização”;
- *Technology Acceptance Model* – “aborda a relação entre a utilidade e a facilidade de uso percebida e a intenção de uso”;
- *Theory of Collective Action* – “preocupa-se em prover bens públicos e consumo coletivo através da colaboração de dois ou mais indivíduos”;
- *Transaction Cost Economics* – “custo incorrido em fazer uma troca econômica”;
- *Theory of Deferred Action* – “foca em facilitar o design de artefatos de TI”;
- *Technology-Organization-Environment* – “a adoção e implementação de inovações tecnológicas é influenciada pelo contexto tecnológico, organizacional, e ambiental”;
- *Theory of Planned Behavior* – “comportamento individual é impulsionado por intenções comportamentais onde as intenções comportamentais são uma função da atitude de um indivíduo em relação ao comportamento, as normas subjetivas que cercam o desempenho do comportamento e a percepção do indivíduo sobre a facilidade com que o comportamento pode ser realizado”;
- *Theory of Reasoned Action* – o comportamento individual é impulsionado pelo seu sentimento em relação a realizar a ação, e pela sua percepção da expectativa da sociedade quanto a realizar ou não a ação;
- *Task-Technology Fit* – “desenvolve uma medida de ajuste entre tarefa e tecnologia com oito fatores”;

- *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* – “visa explicar as intenções do usuário para usar um sistema de informação e o comportamento de uso subsequente”.

A partir dos artigos encontrados foi construída uma tabela que relaciona a área da gestão do conhecimento abordada pelos artigos e as teorias. A área abordada foi definida a partir do objetivo do artigo considerando os elementos da Figura 1 (antecedentes de gestão do conhecimento, gestão do conhecimento, resultados de gestão do conhecimento, antecedentes de compartilhamento do conhecimento, compartilhamento do conhecimento e resultados do compartilhamento do conhecimento), esta classificação foi realizada por dois autores e as diferenças foram discutidas para a obtenção de consenso.

#### 4. Análise e discussão dos resultados

No total foram analisados 189 artigos, sendo que 16 deles utilizam duas teorias e os demais uma teoria. Em 6 artigos não ficou clara a relação da teoria com a gestão do conhecimento.

Tabela 1 – Número de artigos em que a teoria foi identificada

| Número de artigos | Teorias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 artigo          | 13 teorias ( <i>Cognitive Theory; Cognitive Dissonance Theory; Cognitive Fit Theory; Critical Social Theory; General Systems Theory; Media Synchronicity Theory; Portfolio Theory; Real Options Theory; Social shaping of technology; Theory of Collective Action; Theory of Deferred Action; Technology-Organization-Environment; Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i> ) |
| 2 artigos         | 5 teorias ( <i>Media Richness Theory; Self-Efficacy Theory; Social-Technical Theory; Evolutionary Theory; Flow Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3 artigos         | 2 teorias ( <i>Chaos theory; Hermeneutics</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4 artigos         | 2 teorias ( <i>Actor Network Theory; Structuration Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 artigos         | 4 teorias ( <i>Complexity Theory; Contingency Theory; Information Processing Theory; Social Cognitive Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6 artigos         | 3 teorias ( <i>Organizational Learning Theory; Social Network Theory; Institutional Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7 artigos         | 4 teorias ( <i>Agency Theory; Resourced Base View of the Firm; Task-technology Fit; Transaction Cost Economics</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8 artigos         | 2 teorias ( <i>Organizational Knowledge Creation; Technology Acceptance Model</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 artigos        | 1 teoria ( <i>Game Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 artigos        | 2 teorias ( <i>Social Capital Theory; Theory of Planned Behavior</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 artigos        | 1 teoria ( <i>Social Exchange Theory</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 artigos        | 1 teoria ( <i>Dynamic Capabilities</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 17 artigos        | 1 teoria ( <i>Theory of Reasoned Action</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Algumas teorias estão presentes em um maior número de artigos que outras. A teoria presente num maior número de artigos (17) foi a *Theory of Reasoned Action*. Enquanto 13 teorias foram identificadas em apenas 1 artigo. A Tabela 1 apresenta o número de artigos em que cada teoria foi identificada.

Os 3 artigos com foco nos antecedentes de gestão do conhecimento (GC) utilizaram cada um uma teoria diferente (*Agency Theory*, *Social Network Theory* e *Organizational Knowledge Creation*). Destas teorias, a *Organizational Knowledge Creation* é também utilizada em uma investigação com o foco em gestão do conhecimento.

As três teorias (*Agency Theory*, *Social Network Theory* e *Organizational Knowledge Creation*) possuem a relação entre indivíduos como centralidade. A *Agency Theory* relata diferenças de interesses e motivações entre patrões e empregados, e o custo de monitoramento dos empregados (Eisenhardt, 1989). A *Social Network Theory* vê a relação entre nodo (indivíduos) e força de elos (relações) com a intensidade e força da rede (Biehl, Kim & Wade, 2006). A Criação *Organizational Knowledge Creation* descreve como o conhecimento organizacional é criado pelos indivíduos e amplificado pelas relações humanas (Nonaka, 1994). Em conjunto, estas teorias valorizam as relações humanas, que são estimuladas pelos facilitadores da gestão do conhecimento.

Em relação ao foco gestão do conhecimento, foram observadas duas teorias como destaque, o *Technology Acceptance Model* e o *Task Technology Fit*. O *Technology Acceptance Model* (TAM) trata da aceitação e uso de tecnologia, considerando que a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida determinam a intenção de uso do sistema e esta influencia o uso do sistema (Venkatesh et al., 2003). A *Task Technology Fit* aborda o impacto no desempenho do indivíduo em função do uso da tecnologia e do seu ajuste às tarefas (Goodhue & Thompson, 1995). Esta teoria está relacionada com a TAM. O uso destas duas teorias em vários artigos pode ser explicado pela tecnologia ser um dos elementos da gestão do conhecimento.

Um grupo das teorias utilizadas quando o foco da pesquisa é a gestão do conhecimento, também é utilizado quando o foco é nos resultados da gestão do conhecimento como, por exemplo, as *Dynamic Capabilities*. A teoria identificada num maior número de artigos com foco nos resultados da gestão do conhecimento foi a das *Dynamic Capabilities*. A teoria das *Dynamic Capabilities* considera a habilidade da firma de reconfigurar suas competências em função das mudanças do ambiente, focando no desenvolvimento e renovação dos recursos (Teece, Pisano & Shuen, 1997). Essa relação pode ser explicada pela frequente associação da inovação e da tomada de decisão como resultados da gestão do conhecimento. A gestão do conhecimento é considerada uma forma da empresa desenvolver capacidades dinâmicas.

A Tabela 2 apresenta as teorias relacionadas com o foco da investigação classificado em antecedentes de gestão do conhecimento, gestão do conhecimento e resultados da gestão do conhecimento.

Tabela 2 – Teorias relacionadas com o foco da investigação

| Antecedentes de GC                                  | GC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Resultados de GC                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Agency theory</i> – 1;<br><i>Flow theory</i> – 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Organizational knowledge creation</i> – 1        | <i>Organizational knowledge creation</i> – 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                     | <i>Technology acceptance model</i> – 8;<br><i>Task technology fit</i> – 7;<br><i>Complexity theory</i> – 5;<br><i>Hermeneutics</i> – 3;<br><i>Actor network theory</i> – 2;<br><i>Game theory</i> – 2;<br><i>Social exchange theory</i> – 2;<br><i>Structuration theory</i> – 2;<br><i>Theory of reasoned action</i> – 2;<br><i>Chaos theory</i> – 1;<br><i>Critical social theory</i> – 1;<br><i>Institutional theory</i> – 1;<br><i>General systems theory</i> – 1;<br><i>Social cognitive theory</i> – 1;<br><i>Social technical theory</i> – 1;<br><i>Technology-organization-environment</i> – 1;<br><i>Theory of deferred action</i> – 1;<br><i>Transaction cost economics</i> – 1;<br><i>Unified theory of acceptance and use of technology</i> – 1 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                     | <i>Dynamic capabilities</i> – 3;<br><i>Resource based view of the firm</i> – 2;<br><i>Social capital theory</i> – 2;<br><i>Contingency theory</i> – 1;<br><i>Information processing theory</i> – 1;<br><i>Knowledge base theory of firm</i> – 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Dynamic capabilities</i> – 10;<br><i>Resource based view of the firm</i> – 2;<br><i>Social capital theory</i> – 1;<br><i>Contingency theory</i> – 1;<br><i>Information processing theory</i> – 1;<br><i>Knowledge base theory of firm</i> – 1 |
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Cognitive theory</i> – 1;<br><i>Organizational learning theory</i> – 1;<br><i>Real options theory</i> – 1                                                                                                                                     |

Os artigos com foco nos antecedentes do compartilhamento do conhecimento (CC) utilizaram 21 teorias diferentes, como mostra a Tabela 3. Destas teorias, a *Theory of Reasoned Action*, a *Theory of Planned Behavior* e a *Social Exchange Theory* foram as mais utilizadas. A *Theory of Reasoned Action* diz que o comportamento do indivíduo em relação a uma ação é orientado pelo seu sentimento em relação a realizar de fato a ação, e pela sua percepção da expectativa da sociedade em que está inserido em relação a realizar ou não a tal ação (Venkatesh et al., 2003). A *Theory of Planned Behavior* trata do comportamento do indivíduo, onde a atitude em relação ao comportamento, o

controle comportamental percebido e normas subjetivas em relação ao desempenho do comportamento influenciam a intenção de comportamento, e esta influencia o comportamento de fato (Ajzen, 1991). A *Social Exchange Theory* explica que as trocas entre atores (indivíduos, grupo ou organizações) são moderadas pelas relações sociais (Cook, 1977).

Tabela 3 – Teorias relacionadas com o foco da investigação

| Antecedentes de CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CC                                                                                                                                                                                           | Resultados de CC                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Actor network theory</i> – 1;<br><i>Cognitive dissonance theory</i> – 1;<br><i>Information processing theory</i> – 3;<br><i>Media synchronicity theory</i> – 1;<br><i>Portfolio theory</i> – 1;<br><i>Self-efficacy theory</i> – 2;<br><i>Social cognitive theory</i> – 4;<br><i>Theory of collective action</i> – 1;<br><i>Theory of planned behavior</i> – 11;<br><i>Theory of reasoned action</i> – 15 |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                            |
| <i>Game theory</i> – 7;<br><i>Organizational knowledge creation</i> – 1;<br><i>Social capital theory</i> – 6;<br><i>Social exchange theory</i> – 10;<br><i>Transaction cost economics</i> – 5                                                                                                                                                                                                                | <i>Game theory</i> – 1;<br><i>Organizational knowledge creation</i> – 1;<br><i>Social capital theory</i> – 1;<br><i>Social exchange theory</i> – 3;<br><i>Transaction cost economics</i> – 1 |                                                                                                                                                            |
| <i>Contingency theory</i> – 1;<br><i>Social network theory</i> – 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Contingency theory</i> – 1;<br><i>Social network theory</i> – 2                                                                                                                           | <i>Contingency theory</i> – 1;<br><i>Social network theory</i> – 1                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>Chaos theory</i> – 2;<br><i>Flow theory</i> – 1;<br><i>Media richness theory</i> – 2;<br><i>Social shaping of technology</i> – 1;<br><i>Structuration theory</i> – 2                      |                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>Institutional theory</i> – 3;<br><i>Knowledge-based theory of the firm</i> – 1                                                                                                            | <i>Institutional theory</i> – 1;<br><i>Knowledge-based theory of the firm</i> – 2                                                                          |
| <i>Agency theory</i> – 4;<br><i>Cognitive load theory</i> – 1;<br><i>Organizational learning theory</i> – 3;<br><i>Resource-based view of the firm</i> – 1                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              | <i>Agency theory</i> – 1;<br><i>Cognitive load theory</i> – 1;<br><i>Organizational learning theory</i> – 2;<br><i>Resource-based view of the firm</i> – 2 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                              | <i>Dynamic capabilities</i> – 3;<br><i>Evolutionary theory</i> – 1;<br><i>Socio-technical theory</i> – 1                                                   |

A *Contingency Theory* e a *Social Network Theory* foram empregadas tanto para estudar o compartilhamento do conhecimento, quanto para investigar os seus antecedentes e resultados. A *Contingency Theory* diz que os resultados são gerados por uma grande quantidade de elementos (contingências) que geram contextualizações específicas, e por essa razão, uma relação situação-atitude-resultado não são facilmente reproduzíveis (Weill et al., 1989). A *Social Network Theory* permite que o foco da análise seja nas relações (Biehl, Kim & Wade, 2006). A relação das teorias com o compartilhamento do conhecimento é evidenciado pela necessidade de estimular o compartilhamento e a geração de uma cultura de compartilhamento.

As teorias utilizadas em investigações com foco no compartilhamento do conhecimento foram empregadas em 1, 2 ou 3 artigos. Isto também ocorreu no caso dos artigos com foco nos resultados do compartilhamento do conhecimento. A Tabela 3 apresenta as teorias relacionadas com o foco da investigação classificado em antecedentes de compartilhamento de conhecimento, compartilhamento de conhecimento e resultados de compartilhamento de conhecimento.

As teorias identificadas num maior número de artigos em relação ao compartilhamento do conhecimento focam nos antecedentes – *Theory of Planned Behavior*, *Theory of Reasoned Action* e *Social Exchange Theory*.

A Figura 2 apresenta o número de teorias identificadas nas investigações, assim como as teorias mais identificadas nas investigações.

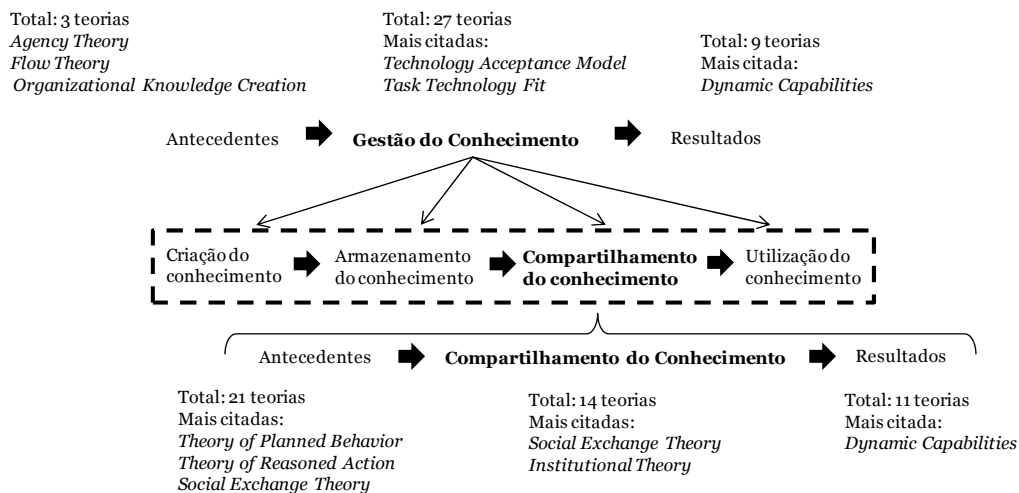


Figura 2 – Número de teorias utilizadas nas investigações sobre Gestão do Conhecimento.

## 5. Conclusões

Ao mapear as teorias utilizadas nas investigações sobre gestão do conhecimento, considerando os antecedentes, o processo e os resultados de uma maneira holística,

assim como com foco em uma das etapas do processo de gestão do conhecimento, ou seja, o compartilhamento do conhecimento, verificou-se que 13 teorias foram identificadas em apenas um artigo. De um modo geral, pode-se dizer que cerca de 50% das teorias relacionadas no site da *Association for Information Systems* IS foram utilizadas em investigações sobre gestão do conhecimento, por outro lado, cada uma delas foi utilizada em poucas investigações.

As teorias identificadas em cerca de 40% dos artigos analisados são: *Game Theory*, *Social Capital Theory*, *Theory of Planned Behavior*, *Social Exchange Theory*, *Dynamic Capabilities* e *Theory of Reasoned Action*. Estas teorias foram utilizadas em artigos com foco nos seguintes aspectos:

- *Game Theory* – gestão do conhecimento, compartilhamento do conhecimento, antecedentes do compartilhamento do conhecimento;
- *Social Capital Theory* – gestão do conhecimento, resultados de gestão do conhecimento, compartilhamento do conhecimento, antecedentes do compartilhamento do conhecimento;
- *Theory of Planned Behavior* – antecedentes do compartilhamento do conhecimento;
- *Social Exchange Theory* – gestão do conhecimento, compartilhamento do conhecimento, antecedentes do compartilhamento do conhecimento;
- *Dynamic Capabilities* – gestão do conhecimento, resultados de gestão do conhecimento, resultados do compartilhamento do conhecimento;
- *Theory of Reasoned Action* – gestão do conhecimento, antecedentes do compartilhamento do conhecimento.

Duas oportunidades foram identificadas como pesquisas futuras. A primeira é analisar como cada uma das 42 teorias foi utilizada nas investigações sobre gestão do conhecimento, verificando a sua contribuição para o avanço do conhecimento nesta área. A segunda oportunidade é analisar as 44 teorias relacionadas com a área de sistemas de informação que não foram identificadas em artigos sobre gestão do conhecimento. O intuito é verificar se as características destas teorias podem contribuir para o avanço nas investigações sobre gestão do conhecimento.

## 6. Referências

- AIS (2012). Theories in IS research. Disponível em <http://start.aisnet.org/?Research>. Acesso em 10 de dez. de 2012.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Alavi, M. & Leindner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136.

- Al-Sudairy, M. A. T. & Vasista, T. G. K. (2012). Fostering knowledge management and citizen participation via e-governance for achieving sustainable balanced development. *IUP Journal of Knowledge Management*, 10(1), 52-64.
- Ansari, M., Youshanlouei, H. R. & Mood, M. M. (2012). A Conceptual model for success in implementing knowledge management: A case study in Tehran municipality. *Journal of Service Science and Management*, 5(2), 212-222.
- Baskerville, R. & Dulipovici, A. (2006). The theoretical foundations of knowledge management. *Knowledge Management Research & Practice*, 4(2), 83-105.
- Bhusry, M. & Ranjan, J. (2012). Enhancing the teaching-learning process: a knowledge management approach. *International Journal of Educational Management*, 26(3), 313-329.
- Biasutti, M. & El-Deghaidy, H. (2012). Using wiki in teacher education: Impact on knowledge management processes and student satisfaction. *Computers & Education*, 59(3), 861-872.
- Biehl, M., Kim, H. & Wade, M. (2006). Relations Among the Business Management Disciplines: A Citation Analysis using the Financial Times Journals. *OMEGA*, 34, 359-371.
- Bose, R. (2004). Knowledge management metrics. *Industrial Management + Data Systems*, 104(5), 457-468.
- Burstein, F. & Linger, H. (2003). Supporting post-Fordist work practices: A knowledge management framework for supporting knowledge work. *Information Technology & People*, 16(3), 289-289.
- Claycomb, C., Droge, C. & Germain, R. (2001). Applied process knowledge and market performance: The moderating effect of environmental uncertainty. *Journal of Knowledge Management*, 5(3), 264-277.
- Cook, K. S. (1977). Exchange and power in networks of interorganizational relations. *The Sociological Quarterly*, 18(Winter), 62-82.
- Daud, S. (2012). Knowledge management processes in SMES and large firms: A comparative evaluation. *African Journal of Business Management*, 6(11), 4223-4233.
- Eisenhardt, M. K. (1989). Agency theory: An assessment and review. *Academy of Management Review*, 14(1), 57-74.
- Fugate, B. S., Autry, C. W., Davis-Sramek, B. & Germain, R. N. (2012). Does knowledge management facilitate logistics-based differentiation? the effect of global manufacturing reach. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 496-509.
- Goldoni, V. & Oliveira, M. Knowledge management metrics in software development companies in Brazil. *Journal of Knowledge Management*, 14(2), 301-313.
- Goodhue, D. L. & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly*, 19(2), 213-236.

- Gregor, S. (2006). The nature of theory in information systems. *MIS Quarterly*, 30(3), 611-642.
- Hansen, M. T. (1999). The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 82-111.
- Hansen, M. T., Nohria, N. & Tierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review*, 77(2), 106-116.
- Hsu, I.-C. & Sabherwal, R. (2012). Relationship between intellectual capital and knowledge management: An empirical investigation. *Decision Sciences*, 43(3), 489-524.
- Ingram, P. & Roberts, P. (2000). Friendships among competitors in the Sydney hotel industry. *American Journal of Sociology*, 106(2), 387-423.
- Kankanhalli, A. & Tan, B. C. Y. (2005). Knowledge management metrics: A review and directions for future research. *International Journal of Knowledge Management*, 1(2), 20-32.
- Lee, C. C. & Yang, J. (2000). Knowledge value chain. *Journal of Management Development*, 19(9), 783-793.
- Lin, H. (2007). Effects of extrinsic and intrinsic motivation on employee knowledge sharing intentions. *Journal of Information Science*, 33(2), 135-149.
- Markus, M. L. & Robey, D. (1988). Information technology and organizational change: Casual structure in theory and research. *Management Science*, 34(5), 583-583.
- Mills, A. M. & Smith, T. A. (2011). Knowledge management and organizational performance: a decomposed view. *Journal of Knowledge Management*, 15 (1), 156-171.
- Moody, D. L., Iacob, M. E. & Amrit, C. (2010). In search of paradigms: identify the theoretical foundations of the IS field. In: 18<sup>th</sup> European Conference on Information Systems, ECIS 2010, 6-9 June, Pretoria, South Africa, 1-15.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.
- Nonaka, I. & Konno, N. (1998). The concept of Ba: building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40(3), 40-54.
- Oliveira, M. & Caldeira, M. (2008). Uma *framework* para gestão do conhecimento nas organizações. *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, 7(1), 33-43.
- Oliveira, M., Caldeira, M. & Romão, M. (2012). Knowledge management implementation: an evolutionary process in organizations. *Knowledge and Process Management*, 19(1), 17-26.
- Reaich, B. H., Gemino, A. & Sauer, C. (2012). Knowledge management and project-based knowledge in it projects: A model and preliminary empirical results. *International Journal of Project Management*, 30(6), 663-674.

- Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., Mccaw, D., Newman, B. & Rebeck, K. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision Support Systems*, 31(1), 5–16.
- Shah, H., Eardley, A. & Wood-Harper, T. (2007). Altar in action: knowledge management. *European Journal of Information Systems*, 16(6), 771-779.
- Serenko, A., Cocosila, M. & Turel, O. (2008). The state and evolution of information systems research in Canada: a scientometric analysis. *Canadian Journal Administrative Science*, 25(4), 279-294.
- Styhre, A., Ollila, S., Roth, J., Williamson, D. & Berg, L. (2008). Heedful interrelating, knowledge sharing, and new drug development. *Journal of Knowledge Management*, 12(3), 127-140.
- Szulanski, G. (1996). Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S), 27-43.
- Teece, D. J., Pisano, G. & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Truex, D. & Keil, M. (2006). Theorizing in information systems research: A reflexive analysis of the adaptation of theory in information systems research. *Journal of the Association for Information Systems*, 7(12), 797-820.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Weill, P. & Olson, M. H. (1989). An assessment of the Contingency Theory of Management Information Systems. *Journal of Management Information Systems*, 6(1), 59-85.
- Wijk, R. V., Jansen, J. J. P. & Lyles, M. A. (2008). Inter- and intra-organizational knowledge transfer: A meta-analytic review and assessment of its antecedents and consequences. *Journal of Management Studies*, 45(4), 830-853.
- Zeide, E. & Liebowitz, J. (2012). Knowledge management in law: A look at cultural resistance. *Legal Information Management*, 12(1), 34-38.
- Zhao, J., De Pablos, P. O. & Qi, Z. (2012). Enterprise knowledge management model based on China's practice and case study. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 324-330.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte recebido do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).



# Modelamiento semántico con Dinámica de Sistemas en el proceso de desarrollo de software

Ricardo Vicente Jaime Vivas<sup>1</sup>

ricardojaime@udi.edu.co

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación, Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI. Calle 9 # 23-55, Bucaramanga (Colombia)

DOI: 10.4304/risti.10.19-34

**Resumen:** Este artículo propone el uso de la Dinámica de Sistemas para el modelamiento semántico en proyectos de desarrollo de software. El carácter interdisciplinario y el rigor matemático de la Dinámica de Sistemas, facilitan la integración entre stakeholders y desarrolladores en la construcción y validación de representaciones de conocimiento en el dominio del problema, que pueden ser transformadas en diagramas de diseño de software.

**Palabras-clave:** Dinámica de Sistemas, Sistemas de Información, Ingeniería de Requerimientos, Modelamiento Semántico, Objetos de Frontera.

**Abstract:** This paper proposes using System Dynamics for semantic modeling in software development process. Interdisciplinary nature and mathematical rigour of System Dynamics, facilitate integrating stakeholders and developers to build and validate knowledge representations about problem domain that can become software design diagrams.

**Key-words:** System Dynamics, Information Systems, Requirements Engineering, Semantic Modeling, Boundary Objects.

## 1. Introducción

Pese a los avances en Ingeniería del Software, se reportan cientos de millones de dólares en pérdidas en proyectos de software (Charette, 2005). La tasa de fracasos está entre el 66% (Cox, Niazi, & Verner, 2009) y el 90% compuesto por 50% de fallas totales y 40% de parciales (Tang & Huang, 2011). Aunque entre 1994 y 2008 la tasa de éxito en proyectos de software ha pasado del 16% al 32%, la de fracaso ha bajado de 34% a 21%, y la de rescate de proyectos con altos sobrecostos o con disminución de expectativas ha bajado del 53% al 44%, estas cifras todavía indican un 65% de proyectos con fallas parciales o totales (Nasir & Sahibuddin, 2011).

Para el 60% de las publicaciones técnicas entre 1991 y 2006, la determinación de requerimientos era el factor más determinante del éxito de un proyecto de software (Nasir & Sahibuddin, 2011). Se estima que el 56% de las fallas y el 82% de los costos en el desarrollo de software se deben a fallas en la definición de requerimientos (Williams, 2001), por incapacidad para manejar la complejidad de los proyectos, comunicación deficiente (Charette, 2005) y documentación inapropiada entre stakeholders y desarrolladores (Costain & McKenna, 2012). La sociología de la tecnología describe el proceso: 1) una demostración de la tecnología capta el interés de los stakeholders; 2) una ola de entusiasmo con requerimientos sobredimensionados; 3) una serie de fracasos que conlleva la cancelación de los proyectos; 4) rescate de una fracción de los proyectos tras una reducción sustancial de los requerimientos (Geels, 2007).

A partir de la problemática descrita, este artículo aborda la pregunta: ¿se puede utilizar el modelamiento con Dinámica de Sistemas para mejorar la determinación de requerimientos y el diseño en el proceso de desarrollo de software?

## **2. Problemática del proceso de desarrollo de software**

En los modelos de desarrollo de software de los años 70 y 80, la determinación de requerimientos era una actividad de la fase de análisis, ejecutada en su totalidad antes de la fase de diseño, para que los requerimientos no fueran limitados por consideraciones de diseño o de disponibilidad de tecnología (Sommerville, 2005). En la década de los 90 la determinación de requerimientos deja de ser una actividad; en 1993 IEEE efectuó el primer Simposio Internacional y en 1994 el primer Congreso Internacional en Ingeniería de Requerimientos (IR).

La Ingeniería de Requerimientos (IR) se define como: proceso de especificación y refinamiento de requerimientos a partir de las necesidades de los stakeholders (Hofmann & Lehner, 2001); proceso de descubrimiento, documentación y mantenimiento de requerimientos durante todo el ciclo de vida de desarrollo de software (Napier, Mathiassen, & Johnson, 2005); descripción del dominio de un problema y de los efectos que el cliente desea ejercer sobre el mismo, y especificación de la forma en que las tecnologías de la información intervienen en el proceso (Cox, Niazi, & Verner, 2009). Comprende cinco etapas: 1) elicitación, identificación de fuentes de información; 2) análisis, comprensión de los requerimientos; 3) validación, revisión de los requerimientos con los stakeholders; 4) negociación, conciliación de los desacuerdos de revisión; y 5) documentación comprensible para stakeholders y desarrolladores (Sommerville, 2005).

El proceso tiene riesgos: 1) omisión de requerimientos esenciales; 2) imposición de intereses de los desarrolladores a los stakeholders; 3) omisión de requerimientos no funcionales tales como la validación matemática; 4) utilización de lenguaje técnico exclusivo de los desarrolladores; y 5) cierre definitivo de los requerimientos antes de iniciar la construcción del software (Lawrence, Wiegers, & Ebert, 2001). Los riesgos se originan en varios supuestos: 1) los stakeholders conocen bien sus necesidades y las comunican eficazmente; 2) dichas necesidades son estáticas y su determinación factible al comienzo del proyecto; y 3) la comunicación entre stakeholders y desarrolladores es fluida. Estos supuestos son errados (Ramiller & Wagner, 2012); con frecuencia los stakeholders no tienen claro lo que quieren ni las posibilidades que brinda la

tecnología, siendo trabajo de IR motivarlos a pensar más allá de las fronteras iniciales del problema (Robertson, 2005).

El Ingeniero de Requerimientos no es solo un relator de ideas, sino que coordina diversas áreas del conocimiento que convergen en el dominio de un problema, por lo que su ámbito no es la Ingeniería del Software sino la Ingeniería de Sistemas (Gonzales, 2005). Su visión enfatiza que los requerimientos no son acerca del software sino acerca del dominio del problema, siempre potencialmente complejo, que conlleva que el software generalmente es más complejo de lo que se prevé (Jackson, 2004). Desarrollar software no es escribir y documentar líneas de programación, sino comprender el dominio de un problema, un proceso de aprendizaje, comunicación y negociación, durante el cual el desarrollador debe poder integrar varios dominios de conocimiento antes de emprender la construcción del software (Curtis, Krasner, & Iscoe, 1988).

Por su contexto interdisciplinario, la IR debe estar mediada por el lenguaje natural o representaciones cercanas a este, y no por representaciones técnicas, como UML, comprensibles para los desarrolladores pero confusas para los stakeholders (Robertson, 2005) y que los llevan a perder interacción y comprensión suficiente del dominio del problema (Luna-Reyes, Black, Cresswell, & Pardo, 2008). Aunque el uso del lenguaje natural implica riesgos léxicos, sintácticos y pragmáticos que derivan en ambigüedad, algunos autores sugieren usar un lenguaje natural restringido que pueda contribuir a la automatización parcial de las tareas de análisis y verificación de requerimientos (Sawyer, Rayson, & Cosh, 2005).

Para sustentar la propuesta de este artículo, la IR se define como un proceso de aprendizaje en ambiente interdisciplinario, que genera representaciones en el dominio de un problema, con las cuales se formulan las características y el diseño del software con que se quiere actuar sobre dicho problema.

### **3. Dinámica de Sistemas**

La Dinámica de Sistemas (DS) consiste en la formulación, prueba y depuración de explicaciones de las causas internas del comportamiento de un sistema, para el desarrollo de políticas de manejo y toma de decisiones, haciendo uso de mapas informales, modelos formales y simulaciones computarizadas que representan el origen endógeno del comportamiento del sistema (Richardson, 2011).

La Figura 1 muestra los modelos aludidos en dicha definición: a) el diagrama de influencias es el mapa informal en forma de grafo; los modelos formales son b) el diagrama de flujos y niveles y c) el modelo matemático; d) la simulación del comportamiento del sistema.

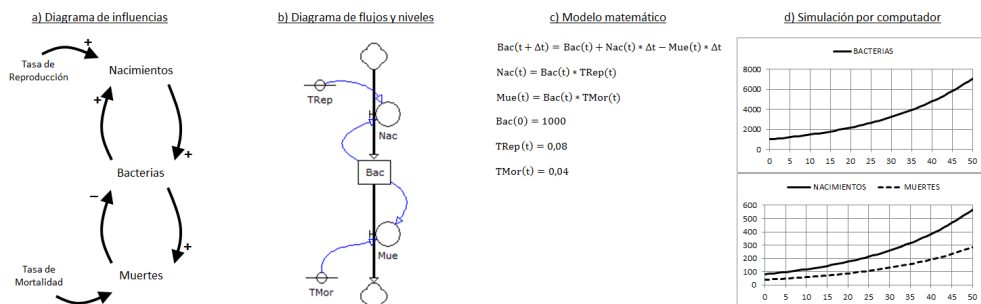


Figura 1 – Modelos usuales en Dinámica de Sistemas

El modelamiento con DS es el desarrollo iterativo de estos cuatro modelos, hasta que se obtiene una representación del sistema cuya simulación por computador reproduce el comportamiento observado en la realidad, de manera que permite probar políticas de manejo del sistema. El proceso consta de tres fases: 1) la conceptualización, que consiste en la descripción verbal del sistema y la construcción de un diagrama de influencias; 2) la representación o formulación, que es la construcción del diagrama de flujos y niveles y el modelo matemático de simulación; y 3) el análisis y evaluación del modelo, consistente en la revisión de los resultados de la simulación, la formulación y prueba de políticas de manejo del sistema (Aracil & Gordillo, Dinámica de Sistemas, 1997).

### 3.1. Modelamiento cuantitativo y cualitativo.

La tendencia ortodoxa suele evitar los diagramas de influencias. Jay Forrester, fundador de la DS, afirma que carecen de una disciplina de pensamiento, fallan en la identificación de los elementos que producen el comportamiento del sistema, y llevan a apreciaciones erróneas, por lo que solo sirven como elementos explicativos de modelos previamente representados en flujos y niveles (Forrester, 1994). Pero para la tendencia cualitativa estos diagramas pueden ser desarrollados con el suficiente rigor, y ayudan a las personas a externalizar y enriquecer sus modelos mentales (Wolstenholme, 1999). Son útiles para resumir grandes cantidades de texto, orientar una discusión, explicar el comportamiento de los sistemas a partir de estructuras cíclicas, ampliar el contexto de abordaje de un problema, y como paso intermedio entre el lenguaje natural y el lenguaje matemático (Coyle, 2000). Apoyan el trabajo interdisciplinario del proceso: los diagramas de influencias son construidos mientras que personas de diferentes disciplinas discuten acerca de un problema que los involucra, y son representaciones cercanas al lenguaje natural, en las que diferentes perspectivas expresan sus argumentos.

La DS es desde lo cuantitativo una plataforma para la estrategia, y desde lo cualitativo una forma de pensamiento para la representación y el aprendizaje (Andrade, Dyner, Espinosa, López, & Sotaquirá, 2001).

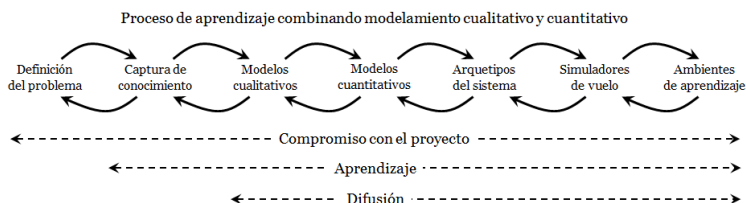


Figura 2 – Combinación de modelamiento cualitativo y cuantitativo. Adaptado de (Wolstenholme, 1999, pág. 425)

El modelamiento cualitativo y el cuantitativo, integrados en un proceso de aprendizaje sobre un problema, se pueden constituir en modelamiento semántico.

### 3.2. Modelamiento semántico.

El modelamiento semántico es la actividad de representación del significado (Date, 1998). Date lo aborda desde el diseño de bases de datos: los modelos conceptuales, tales como el modelo relacional, aportan una comprensión limitada del significado de los datos y de algunas de sus interrelaciones.

En el contexto del desarrollo de software y la problemática alrededor de los requerimientos y el diseño, se puede apreciar la importancia del modelamiento semántico: salvo que tengan una preparación específica en desarrollo de software, difícilmente los stakeholders podrán expresar opiniones críticas con respecto a representaciones de diseño como diagramas relacionales o diagramas de clases. Modelamiento semántico en un proyecto de software es la representación del conocimiento en el dominio del problema, en un lenguaje más cercano a los stakeholders que de los desarrolladores. Apunta justamente a una de las recomendaciones mencionadas en la problemática del desarrollo de software.

### 3.3. Perspectivas de Dinámica de Sistemas en modelamiento semántico

Abdel-Hamid simula los efectos de diferentes políticas de aseguramiento de calidad en el costo de desarrollo de software (Abdel-Hamid, 1988). Madachy simula de forma similar estrategias que combinan aspectos técnicos, económicos y organizacionales (Madachy, 2008). Desde la tendencia cuantitativa de DS se han hecho múltiples modelos orientados a la optimización de recursos para el proceso de desarrollo de software (Georgantzas & Katsamakas, 2008). En otros casos se ha propuesto aprovechar las características del modelamiento cuantitativo con DS en escenarios de aprendizaje colaborativo, en el que diferentes especialistas comparten y discuten su conocimiento, a medida que negocian el significado de los datos que debe manejar el software (Luna-Reyes, Black, Cresswell, & Pardo, 2008).

La construcción de significados traza un vínculo con el modelamiento semántico, por la utilización que se puede hacer de los diagramas de DS como objetos de frontera semánticos, en el sentido de proveer a las personas un método para expresar su conocimiento en el dominio de un problema, a través de un modelo o mapa estandarizado (Carlile, 2002) y establecer acuerdos entre diversos campos del conocimiento acerca de los significados comunes creados en el modelamiento (Carlile, 2004). Un modelo con DS, cumpliendo algunas restricciones de estandarización

durante su construcción, podría constituirse en objeto de frontera semántico, es decir, un acuerdo interdisciplinario sobre la mejor representación posible del dominio de un problema, una traducción a un lenguaje común que puede ayudar a la construcción colectiva de los requerimientos a partir de la comprensión del dominio del problema (Loucopoulos & Preskas, 2003).

El alto nivel de transdisciplinariedad, generalidad y escalabilidad de la DS, que la hace aplicable casi en cualquier área del conocimiento, y su orientación a la diagramación, promueven el aprendizaje colaborativo (Schwaninger & Ríos, 2008), y permiten afirmar que un diseño computacional derivado de modelos con DS, no es la interpretación particular del diseñador, sino la transformación de un acuerdo suyo con los stakeholders, en requerimientos y diseños para el software.

El modelamiento semántico puede generar un impacto favorable tanto para la DS como para la Ingeniería de Sistemas. Si se consigue transformar modelos realizados con DS en objetos de frontera, diseños computacionales, bases de datos y líneas de programación, se superaría el factor adverso de que el modelamiento con DS usualmente se queda en el terreno de la comprensión (Roberts, 2007), interesante solo para los stakeholders pero no para los desarrolladores, centrado en la toma de decisiones mas no en su implementación. La DS puede constituir una forma de intervención organizacional mediada por la tecnología informática (Größler, 2007).

## **4. Modelamiento semántico con Dinámica de Sistemas**

### **4.1. Antecedentes.**

Para la construcción de un software de gestión de documentos, Tignor toma un diagrama de actividades y le aplica transformaciones hasta convertirlo en diagrama de flujos y niveles, a partir del cual formula un modelo matemático que utiliza para simular el proceso y probar políticas de gestión documental, que luego incorpora al software (Tignor, 2003). Como conclusión afirma que ninguno de los modelos de UML representa ni la estructura ni el comportamiento de un sistema, por lo que la DS es más conveniente para el modelamiento del problema. Señala que una desventaja de UML frente a DS es que no permite la simulación del sistema (Tignor, 2004). Esta propuesta sin embargo no usa la DS estrictamente para modelamiento semántico, sino para validar un diseño previo en UML.

Chang y Tu sugieren convertir modelos en DS en diseños orientados a objetos en UML, estableciendo equivalencias desde el diagrama de flujos y niveles: sector-clase; nivel-atributo; flujo-método y variable auxiliar-atributo (Chang & Tu, 2005). Su modelamiento matemático es de tendencia econométrica; un modelamiento estructurado generaría más métodos y menos atributos. No se encontraron desarrollos posteriores de los autores sobre el tema.

Hurtado pretende transformar el diagrama de flujos y niveles en diagramas de clases en arquitectura cliente servidor (Hurtado, 2010). Pero su propuesta es solo la implementación de un modelo de simulación en arquitectura cliente servidor; todos los elementos, tanto flujos como niveles se convierten en clases; y en los ejemplos que

desarrolla solo formula la ecuación de los niveles, mientras que en las demás abusa de la generación de valores por método aleatorio.

#### **4.2. Metodología propuesta.**

Esta propuesta es pertinente en problemas en cuyo abordaje convergen expertos en diversas disciplinas, no directamente relacionadas con los saberes de los desarrolladores de software, y cuya gestión implique toma de decisiones con fundamento en cálculos. Consta de los siguientes pasos: 1) formulación del problema; 2) modelamiento cualitativo de la estructura básica del sistema; 3) modelamiento cuantitativo; 4) modelamiento enriquecido del sistema; 5) transformación de modelos cualitativos y cuantitativos. A continuación se explican estos pasos mediante un ejemplo, de alcance limitado para mantener su sencillez.

##### *Formulación del problema.*

El ejemplo consiste en el desarrollo de un sistema de información para una granja dedicada a la compra de animales, su manutención y venta. El único cuidado que se considera es proveerles alimento a los animales. Los egresos son causados por las compras de animales y alimento, y los ingresos se obtienen de la venta de animales. Por ser un modelo didáctico, no se incluyen elementos como las enfermedades de los animales, otros cuidados durante su ciclo en la granja, pérdidas de alimento por deterioro, ni otros egresos como los asociados a la gestión administrativa.

##### *Modelamiento cualitativo de la estructura básica del sistema.*

Este paso consiste en la elaboración de un diagrama de influencias restringido a dos tipos de elementos: sustantivos y verbos. Los sustantivos son magnitudes medibles en el sistema: ¿cuántos animales hay?, ¿cuánto alimento hay?, ¿de cuánto capital se dispone? ¿cuáles son sus unidades de medida?. Los verbos son acciones o eventos que pueden cambiar de valor de los sustantivos, y que se miden en las mismas unidades de aquellos pero con relación a la unidad de tiempo. En este paso es importante la capacidad del modelador para identificar elementos durante el abordaje del problema con los stakeholders.

Cada sustantivo conforma un subsistema (algunos autores lo denominan sector) con los verbos de los que recibe influencia. La Figura 3 muestra los tres subsistemas implicados: 1) animales, compra de animales y venta de animales; 2) alimento, compra de alimento y consumo de alimento; y 3) capital, egresos e ingresos. Es importante mencionar la importancia del proceso gradual de construcción del diagrama, y la argumentación para la inclusión de cada elemento.

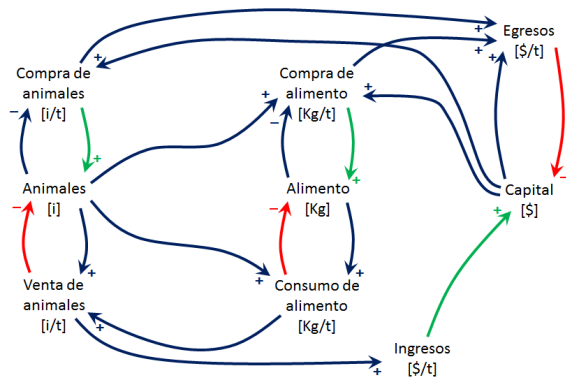


Figura 3 – Modelamiento cualitativo de la estructura básica del sistema

En DS la complejidad está dada por el número de subsistemas, las relaciones entre ellos, y los ciclos o secuencias cerradas de relaciones que integran varios subsistemas. Entre otros la Figura 3 contiene el ciclo Capital - Compra de animales - Animales - Venta de animales - Ingresos - Capital.

Tabla 1 – Clasificación de elementos de la estructura básica del sistema

| Nombre              | Abreviatura | Tipo       | Unidad    |        |
|---------------------|-------------|------------|-----------|--------|
| Animales            | ANI         | Sustantivo | Individuo | [i]    |
| Alimento            | ALI         | Sustantivo | Kilogramo | [Kg]   |
| Capital             | CAP         | Sustantivo | Monetaria | [\$]   |
| Compra de animales  | CAN         | Verbo      |           | [i/t]  |
| Venta de animales   | VAN         | Verbo      |           | [i/t]  |
| Compra de alimento  | CAL         | Verbo      |           | [Kg/t] |
| Consumo de alimento | CON         | Verbo      |           | [Kg/t] |
| Egresos             | EGR         | Verbo      |           | [\$/t] |
| Ingresos            | ING         | Verbo      |           | [\$/t] |

Las relaciones que parten de un verbo hacia un sustantivo llevan signo “+” cuando incrementan el valor del sustantivo y “-” cuando lo disminuyen. Las que parten de un sustantivo y llegan a un verbo dentro del mismo subsistema, implican límites, posibilidades o causalidades, directa o inversamente proporcionales según su signo sea “+” o “-” respectivamente. No se permiten relaciones entre sustantivos; un sustantivo solo puede influir sobre otro a través de los verbos.

Tabla 2 – Relaciones entre elementos del sistema

| De – a                                               | Signo | Descripción                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>De sustantivo a verbo en el mismo subsistema</i>  |       |                                                                                                                                                                     |
| <i>Animales - Compra de animales</i>                 | -     | Si hay muchos animales la compra debe disminuir; si hay pocos animales la compra debe aumentar.                                                                     |
| <i>Animales - Venta de animales</i>                  | +     | Si hay animales, se pueden vender; si no hay, las ventas no son posibles.                                                                                           |
| <i>Alimento - Compra de alimento</i>                 | -     | Si las existencias son abundantes la compra debe disminuir; si son escasas la compra debe aumentar.                                                                 |
| <i>Alimento - Consumo de alimento</i>                | +     | Si hay alimento, se puede consumir; si no hay alimento, tampoco hay consumo.                                                                                        |
| <i>Capital - Egresos</i>                             | +     | Si hay capital se puede incurrir en egresos; si no hay dinero, no se pueden asumir egresos.                                                                         |
| <i>De sustantivo a verbo en diferente subsistema</i> |       |                                                                                                                                                                     |
| <i>Animales - Compra de alimento</i>                 | +     | Si hay muchos animales, es necesario comprar más alimento; si hay pocos las compras de alimento necesarias son menores.                                             |
| <i>Animales - Consumo de alimento</i>                | +     | Si hay muchos animales, consumen mucho alimento; si hay pocos, el consumo es menor.                                                                                 |
| <i>Capital - Compra de animales</i>                  | +     | Si el capital es alto, se puede comprar una cantidad mayor de animales; si el capital es bajo las compras deben ser menores.                                        |
| <i>Capital - Compra de alimento</i>                  | +     | Si el capital es alto, se puede comprar una cantidad mayor de alimento; si el capital es bajo las compras deben ser menores.                                        |
| <i>De verbo a verbo en diferente subsistema</i>      |       |                                                                                                                                                                     |
| <i>Compra de animales – Egresos</i>                  | +     | La compra de animales ocasiona un egreso directamente proporcional.                                                                                                 |
| <i>Compra de alimento – Egresos</i>                  | +     | La compra de alimento ocasiona un egreso directamente proporcional.                                                                                                 |
| <i>Venta de animales – Ingreso</i>                   | +     | La venta de animales ocasiona un ingreso directamente proporcional.                                                                                                 |
| <i>Consumo de alimento - Venta de animales</i>       | +     | El consumo de alimento determina la posibilidad de que se vendan los animales en forma directamente proporcional. Si no consumen suficiente, las ventas disminuyen. |

Las relaciones que parten de un sustantivo y llegan a un verbo de otro subsistema, implican determinaciones o causalidades. Las que parten de un verbo hacia otro verbo, implican que un evento desencadena otro, ya sea en el mismo subsistema o en uno diferente. En todos estos casos los efectos son directa o inversamente proporcionales según su signo sea “+” o “-” respectivamente.

A partir del diagrama de influencias se desarrolla el de flujos y niveles. Los sustantivos se representan como niveles (rectángulos) y los verbos como flujos (llaves) de entrada o de salida del nivel, según las relaciones que van del verbo al sustantivo tengan signo “+” o “-” respectivamente. Luego se agregan al diagrama las demás relaciones. Se utilizan

abreviaturas para simplificar la legibilidad del diagrama y de las ecuaciones del modelo matemático.

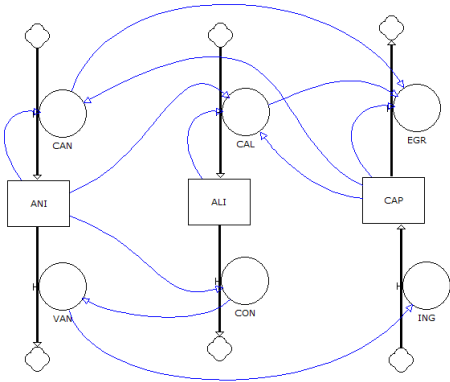


Figura 4 – Diagrama de flujos y niveles de la estructura básica del sistema

*Modelamiento cuantitativo.*

A cada nivel (sustantivo) le corresponde una ecuación diferencial. El valor futuro surge de sumar al valor actual los flujos de entrada y se restar los de salida.

Tabla 3 – Ecuaciones diferenciales de los niveles (sustantivos) del sistema

| Sustantivo      | Ecuación                                                             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|
| <i>Animales</i> | $ANI(t + \Delta t) = ANI(t) + CAN(t) * \Delta t - VAN(t) * \Delta t$ |
| <i>Alimento</i> | $ALI(t + \Delta t) = ALI(t) + CAL(t) * \Delta t - CON(t) * \Delta t$ |
| <i>Capital</i>  | $CAP(t + \Delta t) = CAP(t) + ING(t) * \Delta t - EGR(t) * \Delta t$ |

Por cada flujo (verbo) hay una ecuación auxiliar, construida únicamente con los elementos desde donde llegan influencias, y cuya validación de unidades lleva a los modeladores a identificar nuevos elementos del modelo. La única ecuación de flujo que se presenta en este artículo es la de compra de animales. Incluye animales y capital, pero la expresión  $CAN(t)=f(ANI(t),CAP(t))$  es problemática porque ningún operador permite obtener  $[i/t]$  a partir de  $[i]$  y  $[\$]$ ; hacen falta elementos.

Tabla 4 – Nuevos elementos del modelo

| Nombre                                  | Abreviatura | Tipo      | Unidad    |     |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----|
| <i>Faltante de animales por comprar</i> | FAC         | Auxiliar  | Individuo | [i] |
| <i>Capacidad de compra de animales</i>  | CCA         | Auxiliar  | Individuo | [i] |
| <i>Plazo de compra de animales</i>      | PCA         | Parámetro | Tiempo    | [t] |

Es posible deducir que animales y capital no son la causa directa, sino que actúan a través de otros, mostrados en la Tabla 4, que le dan consistencia de unidades a la ecuación  $CAN(t)=Mínimo(FAC(t),CCA(t))/PCA(t)$ .

Modelamiento enriquecido del sistema.

En esta fase los nuevos elementos encontrados durante el modelamiento matemático, se incorporan al diagrama de influencias en un proceso iterativo, que produce un diagrama de influencias enriquecido y validado matemáticamente.

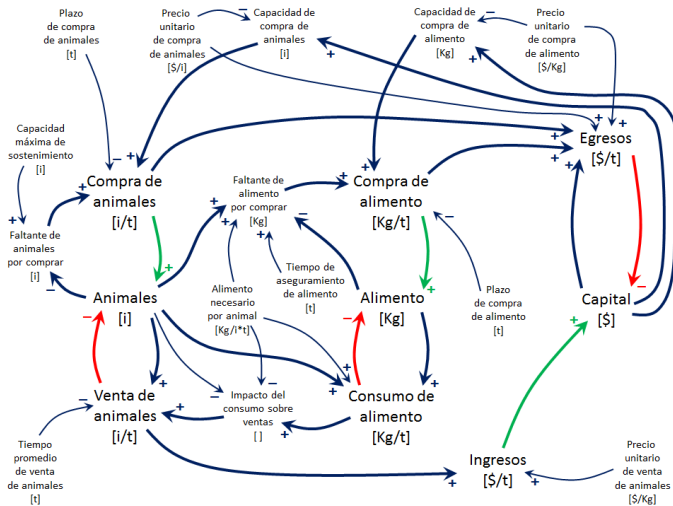


Figura 5 – Modelamiento cualitativo enriquecido del sistema

Todos los nuevos elementos se constituyen en requerimientos para el software. Los elementos que no reciben influencia de otros son parámetros, y se usan para configurar políticas de manejo del sistema, y realizar cálculos intermedios y las versiones finales de las ecuaciones de los flujos.

Tabla 5 – Parámetros del sistema

| Nombre                                        |     | Unidad     |
|-----------------------------------------------|-----|------------|
| Plazo de compra de animales                   | PCA | [t]        |
| Capacidad máxima de sostenimiento de animales | CMA | [i]        |
| Precio unitario de compra de animales         | PUA | [\$/i]     |
| Plazo de compra de alimento                   | PCL | [t]        |
| Alimento necesario por animal                 | ANA | [Kg/(i*t)] |
| Tiempo de aseguramiento de alimento           | TAL | [t]        |
| Precio unitario de compra de alimento         | PUL | [\$/Kg]    |
| Tiempo promedio de venta de animales          | TVA | [t]        |
| Precio unitario de venta de animales          | PVA | [\$/i]     |

Tabla 6 – Cálculos intermedios y ecuaciones de los flujos (verbos) del sistema

| Elemento                                    | Ecuación                                          |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Cálculos intermedios</i>                 |                                                   |
| <i>Faltante de animales por comprar</i>     | $FAC(t) = CMA(t) - ANI(t)$                        |
| <i>Capacidad de compra de animales</i>      | $CCA(t) = CAP(t)/PUA(t)$                          |
| <i>Faltante de alimento por comprar</i>     | $FLC(t) = (ANI(t) * ANA(t) * TAL(t)) - ALI(t)$    |
| <i>Capacidad de compra de alimento</i>      | $CCL(t) = CAP(t)/PUL(t)$                          |
| <i>Impacto del consumo sobre las ventas</i> | $ICV(t) = \sqrt{CON(t)/(ANI(t) * ANA(t))}$        |
| <i>Flujos del sistema</i>                   |                                                   |
| <i>Compra de animales</i>                   | $CAN(t) = \text{Mínimo}(FAC(t), CCA(t))/PCA(t)$   |
| <i>Venta de animales</i>                    | $VAN(t) = (ANI(t)/TVA(t)) * ICV(t)$               |
| <i>Compra de alimento</i>                   | $CAL(t) = \text{Mínimo}(FLC(t), CCL(t))/PCL(t)$   |
| <i>Consumo de alimento</i>                  | $CON(t) = \text{Mínimo}(ANI(t) * ANA(t), ALI(t))$ |
| <i>Egresos</i>                              | $EGR(t) = CAN(t) * PUA(t) + CAL(t) * PUL(t)$      |
| <i>Ingresos</i>                             | $ING(t) = VAN(t) * PVA(t)$                        |

### Transformación de modelos cualitativos y cuantitativos.

Para obtener un diagrama de clases: 1) los subsistemas se convierten en clases; 2) los sustantivos y los parámetros se transforman en atributos; 3) los verbos y cálculos auxiliares son métodos de clase. Para obtener un diagrama relacional: 1) cada subsistema se convierte en una tabla; 2) los sustantivos y parámetros se transforman en campos; 3) los cálculos auxiliares y verbos que requieran persistencia se convierten en tablas.

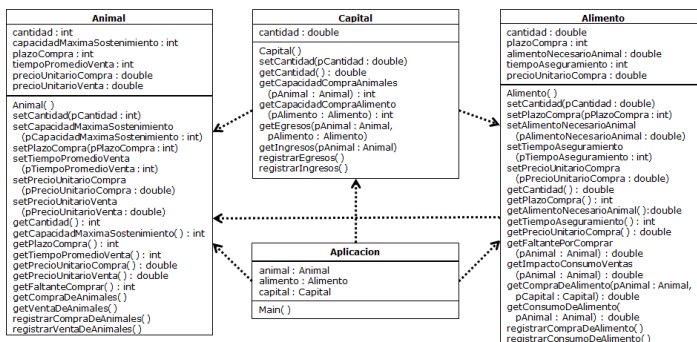


Figura 6 – Transformación del diagrama de influencias en diagrama de clases

Las ecuaciones que conforman el modelo matemático se utilizan para la implementación de los métodos de las clases. La verificación matemática de la

consistencia del modelo, y la inclusión de todos los parámetros y cálculos intermedios como requerimientos del software, asegura una mayor fiabilidad en las operaciones, que la que se obtiene modelando directamente el diagrama de clases.

```
67 public double getFaltantePorComprar(Animal pAnimal){
68     return (pAnimal.getCantidad()*alimentoNecesarioAnimal*tiempoAseguramiento)-cantidad;
69 }
70 public double getImpactoConsumoVentas(Animal pAnimal){
71     return Math.sqrt(getConsumoDeAlimento(pAnimal)/(pAnimal.getCantidad()*alimentoNecesarioAnimal));
72 }
73 public double getCompraDeAlimento(Animal pAnimal, Capital pCapital){
74     return Math.min(getFaltantePorComprar(pAnimal),pCapital.getCapacidadCompraAlimento(this))/plazoCompra;
75 }
76 public double getConsumoDeAlimento(Animal pAnimal){
77     return Math.min(pAnimal.getCantidad()*alimentoNecesarioAnimal, cantidad);
78 }
```

Figura 7 – Algunos métodos de la clase Alimento programados en lenguaje Java

## 5. Conclusiones

Viendo la Ingeniería de Requerimientos como aprendizaje sobre un problema, que conduce a la formulación de características y diseño de software, es factible utilizar DS para el modelamiento semántico en el proceso. Su carácter interdisciplinario e iterativo, centrado en la representación y mediado por un lenguaje no exclusivo de desarrolladores, permite abordar el conocimiento y las expectativas de los stakeholders, y llevarlos a diagramas que luego se transforman en diseño computacional, aprovechando la correspondencia entre pares semánticos: sustantivo-verbo, nivel-flujo, variable-derivada, atributo-método. El modelamiento matemático conduce al hallazgo de nuevos elementos, y enriquece tanto los requerimientos como los diseños y la programación del software.

## Referencias bibliográficas

- Abdel-Hamid, T. K. (1988). The Economics of Software Quality Assurance: A Simulation-Based Case Study. *MIS Quarterly*, 12(3), 395-411.
- Andrade, H., Dyner, I., Espinosa, Á., López, H., & Sotaquirá, R. (2001). *Pensamiento Sistémico: diversidad en búsqueda de unidad* (1 ed.). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *Dinámica de Sistemas* (1 ed.). Madrid, España: Alianza Editorial.
- Carlile, P. R. (2002). A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product. *Organization Science*, 13(4), 442-455.
- Carlile, P. R. (2004). Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing. *Organization Science*, 15(5), 555-568.
- Chang, L.-C., & Tu, Y.-M. (2005). Attempt to Integrate System Dynamics and UML in Business Process Modeling. *Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society*.
- Charette, R. N. (2005). Why software fails. *IEEE Spectrum*, 42(9), 42-49.

- Costain, G., & McKenna, B. (2012). Experiencing the elicitation of user requirements and recording them in use case diagrams through role-play. *Journal of Information Systems Education*, 22(4), 369-382.
- Cox, K., Niazi, M., & Verner, J. (2009). Empirical study of Sommerville's and Sawyer's requirements engineering practices. *IET Software*, 3(5), 339-355.
- Coyle, G. (2000). Qualitative and quantitative modelling in system dynamics: some research questions. *System Dynamics Review*, 16(3), 225-244.
- Curtis, B., Krasner, H., & Iscoe, N. (1988). A field study of the software design process for large systems. *Communications of the ACM*, 31(11), 1268-1287.
- Date, C. J. (1998). Modelado semántico. En C. J. Date, *Introducción a los sistemas de bases de datos* (5 ed., Vol. 1, pág. 860). México DC, México: Addison Wesley Iberoamericana.
- Forrester, J. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2), 245-256.
- Geels, F. W. (2007). Feelings of discontent and the promise of Middle Range Theory for STS: examples from technology dynamics. *Science, Technology & Human Values*, 32(6), 627-651.
- Georgantzas, N. C., & Katsamakas, E. G. (2008). Information systems research with system dynamics. *System Dynamics Review*, 24(3), 247-264.
- Gonzales, R. (2005). Developing the Requirements Discipline: Software vs. Systems. *IEEE Software*, 22(2), 59-61.
- Größler, A. (2007). System dynamics projects that failed to make an impact. *System Dynamics Review*, 23(4), 437-452.
- Hofmann, H., & Lehner, F. (2001). Requirements Engineering as a success factor in software projects. *IEEE Software*, 18(4), 58-66.
- Hurtado, D. (2010). *Teoría general de sistemas. Un enfoque hacia la ingeniería de sistemas*. Barranquilla, Colombia: Fundación Universitaria San Martín.
- Jackson, M. (2004). Seeing more of the world. *IEEE Software*, 21(6), 83-85.
- Lawrence, B., Wieggers, K., & Ebert, C. (2001). The top risks of Requirements Engineering. *IEEE Software*, 18(6), 62-63.
- Loucopoulos, P., & Preskas, N. (2003). A framework for Requirements Engineering using System Dynamics. *Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society*.
- Luna-Reyes, L. F., Black, L. J., Cresswell, A. M., & Pardo, T. A. (2008). Knowledge sharing and trust in collaborative requirements analysis. *System Dynamics Review*, 24(3), 265-297.
- Madachy, R. J. (2008). *Software Process Dynamics*. Wiley Interscience - IEEE Press.

- Napier, N., Mathiassen, L., & Johnson, R. (2005). Combining perceptions and prescriptions in Requirement Engineering process assesment: an industrial case study. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 35(5), 593-606.
- Nasir, M. H., & Sahibuddin, S. (2011). Critical success factors for software projects: A comparative study. *Scientific Research and Essays*, 6(10), 2174-2186.
- Ramiller, N., & Wagner, E. (2012). Communication challenges in requirements definition: a classroom simulation. *Journal of Information Systems Education*, 22(4), 307-317.
- Richardson, G. P. (2011). Reflections on the foundations of System Dynamics. *System Dynamics Review*, 27(3), 219-243.
- Roberts, E. B. (2007). Making system dynamics useful: a personal memoir. *System Dynamics Review*, 23(2), 119-136.
- Robertson, S. (2005). Learning from other disciplines. *IEEE Software*, 22(3), 54-56.
- Sawyer, P., Rayson, P., & Cosh, K. (2005). Shallow knowledge as an aid to deep understanding in early phase Requierements Engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(11), 969-981.
- Schwaninger, M., & Ríos, J. P. (2008). System Dynamics and Cybernetics: a synergetic pair. *System Dynamics Review*, 24(2), 145-174.
- Sommerville, I. (2005). Integrated Requirements Engineering: a tutorial. *IEEE Software*, 22(1), 16-23.
- Tang, R., & Huang, X. (2011). A software project management method based on trust and knowledge sharing. *Advanced Materials Research*, 267, 160-163.
- Tignor, W. (2003). Stock and flow and UML relationships. *Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society*.
- Tignor, W. (2004). System Engineering and System Dynamics models. *Proceedings of the 22nd International Conference of the System Dynamics Society*.
- Williams, D. (2001). Towards a system dynamics theory of requirements engineering process. *Proceedings of the 19th International Conference of the System Dynamics Society*.
- Wolstenholme, E. (1999). Qualitative v. Quantitative Modeling: the evolving balance. *Journal of the Operational Research Society*, 50(4), 422-428.



# Seleção de uma abordagem de gestão de investimentos em Sistemas e Tecnologias da Informação

Jorge Gomes <sup>1</sup>, Mário Romão <sup>2</sup>

jorgemvgomes@hotmail.com, mario.romao@iscte.pt

<sup>1</sup> ISCTE, Instituto Universitário de Lisboa, Av<sup>a</sup> das Forças Armadas, 1649-026 Lisboa, Portugal

<sup>2</sup> ISCTE, Instituto Universitário de Lisboa, Av<sup>a</sup> das Forças Armadas, 1649-026 Lisboa, Portugal

DOI: 10.4304/risti.10.35-50

**Resumo:** Vivemos um período de rápidas e desafiantes transformações tecnológicas. As organizações confrontam-se com oportunidades de implementação de novos Sistemas e Tecnologias de Informação (SI/TI) convictas de que os investimentos realizados lhes permitem aumentar a produtividade e a prosperidade do negócio. No entanto, vários estudos efectuados em organizações públicas e privadas comprovaram que os investimentos efectuados em SI/TI nem sempre trouxeram o benefício que deles se esperava. Um dos aspectos fundamentais que se coloca na gestão dos investimentos em SI/TI é a identificação dos benefícios potenciais e a garantia que estes, de facto, poderão ser realizados. Pela dificuldade sistemática na determinação dos benefícios, em especial dos benefícios intangíveis, a aplicação de métodos económico-financeiros não é evidente e portanto torna-se crucial, neste contexto, que as empresas introduzam abordagens de gestão que permitam identificar, monitorizar e alcançar os almejados benefícios. Neste artigo os autores seleccionam uma abordagem de gestão de investimentos em SI/TI, promovendo um processo comparativo que leva em conta a natureza dos investimentos e o ambiente organizacional onde se inserem.

**Palavras-chave:** Investimentos SI/TI; Benefícios do negócio SI/TI, Realização de Benefícios em Investimentos SI/TI; Gestão de Benefícios.

**Abstract:** We are living in a period of enormous technological transformations and the organizations face new opportunities that the IS/IT implementations provide, hoping that these investments will help to increase productivity and business prosperity. Meanwhile, several studies performed in public and private sectors have proven that the investments done in IS/IT have not brought the expected benefits. One of the crucial aspects of the IS/IT investments management is the identification of the potential benefits and the guarantee that these benefits will be achieved.

The identification of business benefits is difficult, namely the intangible benefits. Additionally, there is strong evidence that traditional financial methods are not suitable to evaluate IS/IT investments. As a consequence, organizations should implement correct benefit management methods. In this paper the authors selected a management approach for IS/IT investments governance, by comparing four known management evaluation frameworks.

**Key-words:** IS/IT investments; IS/IT governance, IS/IT Benefits Business, Benefits management realization, Benefits management

## 1. Introdução

Os Sistemas e Tecnologias de Informação (SI/TI) representam desafios tecnológicos sofisticados e complexos, que requerem preparação para serem compreendidos, dominados e explorados de uma forma efectiva e eficaz. Estas tecnologias abrem um vasto leque de oportunidades, são facilitadores de desenvolvimento e o seu enorme potencial tem forte impacto na estratégia organizacional. A introdução de novas tecnologias implica mudanças organizacionais que têm de ser planeadas e geridas de forma a assegurar que são atingidos os objectivos pretendidos (Stacey, 1998). As expectativas criadas pela indústria dos SI/TI não são habitualmente realistas em relação à evidência dos benefícios obtidos hoje, em que estamos a implementar aplicações mais complexas, abrangentes e sofisticadas do que realmente necessitamos. Torna-se portanto difícil relacionar directamente as melhorias de desempenho do negócio com os investimentos específicos em aplicações de SI/TI e o foco na obtenção de um retorno financeiro de curto prazo ignora por vezes muitos dos benefícios alcançáveis a médio e longo prazo. Muitas vezes a causa da não obtenção dos benefícios esperados está mais relacionada com a dificuldade de lidar com a complexidade dos investimentos do que com a falta de uma infra-estrutura para os alcançar (Bradley, 2006). Thorp (1998) aponta ainda que, frequentemente os investimentos são entregues dentro do prazo e orçamento previsto, porém os benefícios esperados não são concretizados. Ashurst e Dohery (2003) referem que grande parte das organizações tem adoptado os princípios tradicionais para a avaliação do sucesso dos seus projectos, nomeadamente, no que respeita à entrega em tempo, no orçamento e com a qualidade esperada, não existindo evidência explícita de entrega de benefícios. Winter *et al.*, (2006) e Thiry (2002) alertam para a necessidade de práticas alternativas de gestão que considerem aspectos mais subjectivos, como a geração de valor e de benefícios. Tais alternativas devem representar melhor a complexidade prática da gestão de investimentos em contexto social e político, em constante mutação, desvinculando-se dos tradicionais modelos que simplificam esta realidade (Winter *et al.*, 2006). Reiss *et al.*, (2006) referem que os investimentos raramente geram benefícios directamente, criam somente as capacidades para estes sejam gerados, e é a combinação das diferentes acções e produtos entregues que irá gerar essa capacidade. A gestão de benefícios surge, portanto, como uma alternativa às práticas tradicionais de gestão. Propõe um processo contínuo de visualização dos benefícios, implementando e acompanhando os resultados intermédios e dinamicamente procede ao ajuste necessário do processo para que os benefícios sejam alcançados (Thorp, 1998). Por razões competitivas muitas empresas têm de efectuar investimentos em SI/TI para os quais não encontram a correspondente justificação financeira. As avaliações práticas

destes investimentos não suportam suficiente sustentação para a realização dos investimentos (Willcocks e Lester, 1997). São muitas as razões do insucesso dos investimentos SI/TI em concretizar valor (*value for money*) e os contributos para a resolução desta problemática também são diversos. Parece ser um denominador comum o facto de nas organizações a avaliação do sucesso dos investimentos se ter reduzido, simplesmente, ao cumprimento dos prazos, custos e qualidade, esquecendo a medição dos impactos produzidos, as alterações no negócio e/ou os benefícios que potencialmente poderiam ter sido atingidos (Ward e Daniel, 2006). Muitas organizações procuram benefícios apenas do ponto de vista financeiro, o que tem resultado num desperdício de energia, tempo e dinheiro. É muito comum as empresas focarem-se mais no “funciona?”, do que em aspectos tais como, por exemplo, “foi adoptado com sucesso?” ou “está a entregar valor?”. Na era da informação, o negócio passou a criar e desenvolver activos intangíveis, nomeadamente, relações com clientes, competências, conhecimento dos colaboradores, tecnologias de informação e uma cultura corporativa que encoraja à inovação, à resolução de problemas e à tomada de decisão. Os activos intangíveis passaram a ser a maior fonte de vantagem competitiva das organizações, e, não existe nenhuma ferramenta que os descreva ou que quantifique os valores que são capazes de gerar. O valor não reside no activo por si só, mas emerge do conjunto de activos e da estratégia que os integrou visando atingir certos objectivos. A maioria das abordagens de gestão de benefícios foi desenvolvida como guia prático em torno de investimentos em SI/TI, efectuados sobretudo em organizações privadas (Ward *et. al.*, 1995), tendo vindo a ser reconhecida de forma crescente a sua importância na obtenção de benefícios desses investimentos.

## 2. O desafio

A Estereofoto Geoengenharia, SA é uma organização fundada em 1973, estabelecida internacionalmente em vários países, Brasil, Moçambique e Leste Europeu, líder nacional na aplicação de soluções tecnológicas suportadas em produtos de base geográfica digital, com obra desenvolvida transversalmente em variados domínios, nomeadamente, infra-estruturas rodoviárias, redes eléctricas, redes municipais, gasodutos, cadastros temáticos entre outros. No âmbito de uma candidatura ao QREN<sup>1</sup>, foi aprovado um projecto de investimento na área dos sistemas e tecnologias de informação para o desenvolvimento de um sistema dinâmico de gestão e manutenção de infra-estruturas rodoviárias, com o auxílio de ferramentas de medição e posicionamento GPS, suportadas em produtos digitais fotográficos, de vídeo e laser. Esta solução permite a recolha automática geo-referenciada de toda a infra-estrutura disponível para posterior gestão e exploração estatística com benefícios evidentes no suporte à tomada de decisão. Tal facto colocou à organização candidata a questão de como e qual seria a mais adequada ferramenta de gestão para potenciar e salvaguardar

---

<sup>1</sup> O Quadro de Referência Estratégico Nacional constitui o enquadramento para a aplicação da Política Comunitária de Coesão Económica e Social em Portugal no período 2007-2013. O QREN define as orientações fundamentais para a utilização nacional dos fundos comunitários com carácter estrutural e para a estruturação dos programas operacionais temáticos e regionais.

a concretização dos benefícios inerentes ao referido investimento. A resposta a esse desafio passou por um processo de investigação com a seguinte sequência. Numa primeira fase foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica tendo sido identificadas quatro abordagens para análise. Posteriormente, num processo iterativo de comparação, primeiramente mais “amplo” (atributos aplicados a quatro abordagens) e depois mais “fino” (critérios aplicados a duas abordagens), foi escolhida a abordagem que pareceu garantir, com maior fiabilidade, os objectivos propostos para o investimento em causa. A aplicação do processo está documentada no ponto que se segue.

### 3. As abordagens

#### 3.1 Cranfield School (CS)

Este modelo permite ao investidor estudar a viabilidade dos investimentos em SI/TI e criar mecanismos que contribuem para a realização dos benefícios esperados. Esta aproximação dá especial atenção a três aspectos importantes: (1) Os fins – A melhoria da *performance* dos objectivos. (2) As formas – As transformações necessários pelas quais a organização deve passar para cumprir os objectivos estabelecidos. (3) Os meios – Potenciar as capacidades dos recursos SI/TI. A resposta a estas questões é dada pela construção de uma rede de causa-efeito, conhecida como Rede de Dependência de Benefícios (RDB) onde se reflecte a forma como as melhorias podem ser obtidas, através da combinação de mudanças e alterações que o negócio tem de realizar, suportado no desenvolvimento total das potencialidades do SI/TI. Esta rede fornece um robusto *business case* para os investimentos e para as mudanças necessárias, reforçando a fiabilidade da entrega dos benefícios definidos. Segundo Peppard e Ward (2002), qualquer que seja a metodologia a seguir para a realização de benefícios deve considerar os seguintes cinco princípios: (1) SI/TI por si só não traz valor acrescentado. Ter simplesmente a tecnologia não dá qualquer benefício. O valor da tecnologia não está na sua posse. (2) Os benefícios surgem, quando o SI/TI permite às pessoas fazerem o seu trabalho de forma diferente. Os benefícios emergem sempre que os colaboradores fazem o seu trabalho de uma forma eficiente. (3) Somente os gestores e os utilizadores podem entregar benefícios. Os benefícios resultam de mudanças ou inovações na forma de trabalhar. (4) Todos os projectos de investimento em SI/TI tem resultados, mas nem todos são benefícios. Na realidade são muitos os exemplos em que os resultados são negativos colocando as próprias organizações em perigo de sobrevivência. (5) Benefícios têm de ser activamente geridos para serem obtidos. Os benefícios não são resultados que automaticamente ocorram. A gestão destes benefícios deve prosseguir até que se verifique a realização de todos os benefícios esperados. A construção de um plano de realização de benefícios (Peppard e Ward, 2004) obriga à resposta a sete questões fundamentais. Uma das características fundamentais destas sete questões é que elas focam-se na organização e nas transformações necessárias e não na tecnologia. Outra importante característica é que as questões são respondidas por um conjunto alargado de colaboradores, gestores, utilizadores e demais interessados e não centradas num único indivíduo. As questões fundamentais são: (1) Por que queremos melhorar? (2) Que melhorias são necessárias ou possíveis? (3) Que benefícios serão realizados por cada *stakeholder*? (4) Quem é o

responsável por cada benefício? (5) Que mudanças são necessárias para atingir cada benefício? (6) Quem é o responsável por cada mudança com sucesso? (7) Como e quando podemos identificar os benefícios realizados?

Na Tabela 1, são identificadas todas as fases do processo de gestão de benefícios e discriminadas as actividades correspondentes.

Tabela 1 – Processo de gestão de benefícios (Ward e Daniel, 2006, 119)

| Nº | Fase                                | Actividade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Identificar e estruturar benefícios | Estabelecer ligações directas entre <i>drivers</i> , objectivos e benefícios. Analisar os <i>drivers</i> para obter os objectivos de investimentos. Identificar os benefícios resultantes da obtenção dos objectivos. Estabelecer a propriedade dos benefícios. Identificar as mudanças requeridas e a oposição dos <i>stakeholders</i> . Construção do <i>business case</i> . |
| 2  | Plano de realização de benefícios   | Finalização das medições dos benefícios e das mudanças requeridas. Obtenção do acordo de todos os <i>stakeholders</i> para a responsabilização e para a propriedade dos benefícios e das mudanças. Aprovação do <i>business case</i> suportado num plano de realização de benefícios.                                                                                          |
| 3  | Executar o plano de benefícios      | Gerir as transformações do negócio. Seguir os benefícios até à sua plena realização.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4  | Rever e avaliar resultados          | Avaliar se os benefícios foram atingidos. Lições aprendidas ( <i>Lessons learned</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5  | Potencial para benefícios futuros   | Identificar novos benefícios. Identificar benefícios adicionais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Este modelo segue três grandes princípios que o tornam potenciador de uma gestão eficaz: (1) É um processo orientado à tomada de decisão em investimentos SI/TI. (2) Promove a maximização dos benefícios associados ao investimento. (3) Permite monitorizar a implementação do investimento.

### 3.2 Gerindo programas com sucesso (GPS)

O *Office of Government Commerce* é um gabinete autónomo do ministério das finanças do Reino Unido que trabalha com organizações do sector público, auxiliando-as na melhoria da sua eficácia e eficiência, na optimização das suas actividades comerciais, na construção dos *business cases*, com o foco principal da entrega de projectos e programas com sucesso. O objectivo do modelo é garantir que as esperadas mudanças de negócio sejam claramente definidas e providenciem um *business case* robusto, assegurando que os benefícios sejam plenamente atingidos. O *business case* é a ferramenta principal desta aproximação e define o racional para o investimento, suportando uma sustentada análise para uma realista tomada de decisão. Qualquer programa de mudança requer um constante foco nos pretendidos benefícios, mantendo-se alinhado com os objectivos do negócio. A análise custo-benefício tradicionalmente procura demonstrar que os retornos financeiros justificam a opção escolhida e que os custos podem ser controlados e geridos de forma eficaz. Na realidade nem todos os benefícios podem ser mensurados financeiramente; Os benefícios qualitativos ou menos tangíveis são em geral mais difíceis de quantificar e necessitam de ser identificados e acompanhados. Os custos e benefícios mudam ao longo do tempo, o que requer uma continuada actualização do *business case*. Por estas razões,

uma simples fotografia tirada no início do programa pode não ser adequada para reflectir as interdependências ou mudanças exteriores. Uma continuada actualização do *business case* é a chave para a revisão do progresso na direcção dos resultados, efectuando os inevitáveis ajustamentos. Este enquadramento relaciona as dependências entre o processo de gestão de benefícios e os diversos passos até à entrega do programa de benefícios. A gestão de benefícios começa ainda antes do início do programa aprovado. Somente as iniciativas de mudança que apresentam uma estratégia de benefícios definida obtêm a aprovação. A identificação, o acompanhamento e a realização de benefícios continuam através do programa e provavelmente terminaram já com o projecto fechado. A Estratégia de Gestão de Benefícios descreve um estruturado e continuo processo para garantir que os benefícios são sustentados e o retorno do investimento é o máximo. Os resultados são a chave para entregar os benefícios, porque são estes que auxiliam a formular as respostas às seguintes questões: (1) Quais são os benefícios estratégicos e quais são os principais papéis e responsabilidades? (2) Quem mais é interessado? É necessário envolvê-lo? (3) Quais as sequências e as dependências entre benefícios? (4) Qual é o valor, o calendário e o perfil para cada benefício? (5) Quais os pressupostos, custos, riscos associados à realização de cada benefício? (6) Como poderão ser seguidos e medidos os benefícios? A resposta a estas questões representa o enquadramento de um processo documentado na Estratégia de Gestão de Benefícios.

### 3.3 Gestão de benefícios em projectos (GBP)

O processo de planeamento e execução de um projecto tem sido tipicamente limitado ao âmbito do gestor de projectos (Melton *et al.*, 2008). Também de acordo com Melton *et al.*, (2008), tem sido igualmente reconhecido que a única finalidade de um projecto é trabalhar *off line* e de forma *business as usual* (BAU) para introduzir mudanças organizacionais que em última análise, são um benefício para o negócio. O processo de gestão de benefícios tem sido visto como o processo global de negócios que encaixa o projecto dentro da empresa. Por isso, é claro que a gestão de benefícios é parte integrante da gestão de projectos e do ciclo de vida do projecto. A gestão de benefícios de projectos (Melton *et al.*, 2008) pode ser definida como um processo de negócios que une a razão da execução de projectos com o impacto que a entrega destes tem no negócio. Melton (2008, 28) refere ainda que “os projectos são meios que as organizações utilizam para atingir os objectivos, não os fins em si mesmo”. Nesta abordagem, os autores referem que a estratégia deverá ser o ponto de partida para qualquer investimento a ser realizado na organização. As forças e as fraquezas da organização devem ser identificadas através do modelo das cinco forças de Porter com recurso à utilização da análise *SWOT*. A importância de alinhar os projectos com a estratégia da organização é crucial. O processo da gestão de benefícios inclui tipicamente 3 etapas: (1) A identificação do benefício – identificação do tipo de benefícios que a organização ou o projecto pretendem atingir. (2) A especificação dos benefícios – definição concreta dos benefícios, das métricas de avaliação que podem ser entregues em alinhamento com a organização. (3) A realização dos benefícios – A entrega dos benefícios, durante, no final ou após a realização do projecto. Cada um dos três processos tem uma ligação directa à organização ou ao projecto, ao objectivo, ou ao âmbito. É esta ligação que diferencia a gestão de benefícios dos outros processos de negócio. Alinha todas as actividades do negócio com a estratégia organizacional. A

gestão de benefícios providencia a todas as partes envolvidas no negócio, e de forma mensurável, a justificação da realização de determinada actividade e a sua importância para o futuro da organização. Dota o gestor de projecto de um conhecimento profundo da razão do projecto, da importância de atingir os objectivos e benefícios, e das métricas que tem que ser seguidas para a sua concretização. De acordo com Melton (2008) uma visão clara de sucesso resulta da combinação das actividades das fases 1 a 4 associados a factores críticos de sucesso: (1) Estratégia do negócio - Este é o ponto de partida para a gestão de benefícios uma vez que organiza o contexto de negócio para todas as decisões subsequentes. (2) Compromisso do patrocinador - Uma gestão de benefícios com sucesso necessita de um efectivo patrocínio por todos os níveis da organização. (3) Gestão de mudança - Os projectos são as formas para provocar as mudanças nas organizações. (4) Portfólio da mudança - Para que ocorram mudanças no negócio é necessário um portfólio de projectos. O sucesso do processo de gestão de benefícios está na correcta gestão do portfólio com o objectivo de atingir os benefícios nos prazos e locais esperados. (5) Processo *Stage Gates* - No ciclo da gestão de benefícios existem perguntas chave que devem ser colocadas: (1) É o projecto correcto? (2) Traz este projecto valor adicional? (3) Está este projecto adequadamente planeado para entregar benefícios? (4) Está este projecto a seguir na direcção correcta? A forma adequada para lidar com estas questões é através do processo *Stage Gates*. (6) Especificações e acompanhamento de benefícios - A especificação e acompanhamento dos benefícios pode ocorrer em qualquer fase do ciclo de vida do projecto. O ciclo de vida da gestão de benefícios é uma ligação contínua entre o projecto e o negócio, através do seu ciclo de vida (Melton, 2008).

### 3.4 Balanced Scorecard (BSC)

Os gestores na actualidade necessitam de um instrumento de gestão que reflita em cada momento a situação da organização, permitindo guiar as organizações utilizando indicadores de *performance* não exclusivamente financeiros. Kaplan e Norton (1992 e 1996) foram os primeiros a defender a necessidade de um modelo de indicadores de desempenho financeiro e não financeiro que auxiliassem os gestores a avaliar o sucesso nas organizações. O *Balanced Scorecard* (BSC) diferencia-se dos outros modelos de gestão porque ele agrega todos os modelos de controlo financeiro e não financeiro existentes na organização. De acordo com Kaplan e Norton (1996), o BSC, não se limita a um simples modelo de medida do desempenho, trata-se de um veículo de comunicação e implementação da estratégia. O BSC organiza os indicadores em quatro perspectivas; financeira, clientes, processos internos, aprendizagem e crescimento, e que reflecte o equilíbrio (*balanced*) entre objectivos de longo e curto prazo, indicadores financeiros e não financeiros, entre resultados alcançados e desempenhos interno e externo. A maioria das estratégias definidas pelas organizações nunca chega na prática a uma efectiva implementação, vários estudos confirmam esta afirmação. As razões potenciais para este insucesso prendem-se principalmente com os problemas comunicacionais dentro da empresa, falta de envolvimento dos colaboradores com os objectivos da empresa, falta de alinhamento dos objectivos globais com os objectivos dos departamentos e dos trabalhadores, falta de alinhamento com os objectivos a longo prazo e inexistência de indicadores para controlo dos factores críticos. Os indicadores financeiros não são suficientes para medir a capacidade de criação de valor para as empresas e para o cliente, nomeadamente, o valor do capital intelectual, qualidade do

serviço, qualidade dos processos, tecnologia e inovação. Para alcançar vantagens competitivas, sustentadas no tempo, é necessário, entre outros factores, equilibrar a gestão financeira com o capital intangível da empresa. Uma vez definida a visão e a missão da organização é fundamental constituir um plano fundamentado numa estratégia aprovada pela gestão de topo, a qual, deve ter por base as competências, os recursos e as capacidades que são os pilares da vantagem competitiva sustentada da organização. O BSC é um modelo de gestão estratégica que traduz a visão e estratégia da organização num conjunto de objectivos interligados, medidos através de indicadores associados aos factores críticos. O BSC permite comunicar a visão e a estratégia a toda a organização, bem como o acompanhamento da sua execução, através de um conjunto de indicadores distribuídos pelas quatro perspectivas anteriormente identificadas. Um dos méritos apontados ao BSC relaciona-se com a possibilidade de proporcionar uma profunda reflexão interna, na qual cada unidade na cadeia de valor se encontra obrigada a identificar os seus objectivos, os seus factores chave de sucesso e as suas áreas de interdependência com as outras unidades. Segundo os criadores do BSC, o conjunto de indicadores de desempenho tem de ser escolhido de modo coerente com a visão, missão e estratégia organizacional, num processo de desdobramento hierárquico decrescente (*top-down*). A construção e definição de indicadores devem ser realizadas na fase de planeamento, quando se determina a missão e a estratégia da empresa, os factores críticos de sucesso, as metas de desempenho a alcançar, os indutores desses resultados e os indicadores de causa-efeito, para posterior controlo. O BSC vê a organização sobre quatro perspectivas: (1) Financeira – O que devemos fazer para satisfazer as expectativas dos accionistas? (2) Clientes - O que devemos de fazer para satisfazer as expectativas dos nossos clientes? (3) Processos Internos - Em que processos devem ser excelentes para atingir a nossa visão? (4) Aprendizagem e Crescimento - Quais os aspectos críticos para manter a excelência? As perspectivas desdobram-se em objectivos, que por sua vez são compostos por indicadores. As perspectivas, objectivos e indicadores são integrados através de factores de ponderação. Esta metodologia tem como ferramenta central um mapa estratégico orientado por relações causa-efeito. É importante que nenhuma perspectiva funcione de forma independente.

#### 4. Comparativo das abordagens

De acordo com Sapountzis *et al.*, (2008), desde 1995, devido ao reconhecimento da importância da gestão e realização de benefícios, várias abordagens têm sido desenvolvidas para ajudar as organizações a identificar, monitorizar e alcançar os benefícios a que se propõem. Sapountzis *et al.*, (2007), referem que nem todas as abordagens conduzem os projectos aos benefícios. Algumas delas ocorrem apenas no fim do projecto, actuando como instrumento que permite a avaliação dos investimentos. Neste ponto resumem-se as abordagens de gestão de benefícios que foram estudadas para a realização deste trabalho, evidenciando as diferenças nas suas características principais, nos processos e actividades, e finalmente nas funções e responsabilidades.

Tabela 2 – Principais diferenças entre abordagens

### Características principais

#### **Cranfield School (Ward e Daniel, 2006)**

Comparação dos resultados do projecto com o plano de realização dos benefícios durante o projecto. Avalia se ocorreu alguma alteração interna ou externa que afete a realização dos benefícios planeados. A identificação de novos benefícios inicia a um novo plano para a sua realização. Processo orientado para apoio da tomada de decisão em investimentos SI/TI que procura a maximização dos benefícios.

---

#### **Gerindo Programas com Sucesso (OGC, 2007)**

Identifica a gestão de benefícios como uma actividade nuclear num processo contínuo suportado por um programa. A gestão de benefícios inicia-se antes do projecto ou programa ser aceite, mas só aqueles com uma estratégia de benefícios bem definida obtêm a aprovação. A identificação, a monitorização e a realização de benefícios cruzam o programa e continuam mesmo depois do seu encerramento. O *business case* é a ferramenta principal para lidar com os benefícios através do projecto.

---

#### **Gestão de Benefícios em Projectos (Melton, 2008)**

Esta abordagem foca-se nas fases típicas da gestão de projectos e utiliza os factores de sustentabilidade como *Stage Gates* para a realização de benefícios. O processo de gestão de benefícios está ligado ao *scorecard* de benefícios e utiliza os seguintes seis factores críticos de sucesso: (1) Estratégia de Negócio, (2) Captação de Patrocínios, (3) Gestão da Mudança no Negócio, (4) Portfólio de Mudança, (5) Processo *Stage Gates*, (6) Especificação e acompanhamento de benefícios.

---

#### **Balanced Scorecard (Kaplan e Norton, 1996)**

Nesta abordagem reflecte-se o equilíbrio entre: Objectivos de longo prazo e de curto prazo, indicadores financeiros e não financeiros, resultados alcançados e vectores de desempenho, desempenho interno e externo em harmonia com as quatro perspectivas: (1) Financeira, (2) Clientes, (3) Processos Internos e (4) Aprendizagem e crescimento.

### Processos e actividades

#### **Cranfield School (Ward e Daniel, 2006)**

Fase 1 – Identificar e estruturar os benefícios, Fase 2 – Plano de realização de benefícios  
Fase 3 – Executar o plano de benefícios, Fase 4 – Rever e avaliar resultados  
Fase 5 – Potencial de benefícios futuros

---

#### **Gerindo Programas com Sucesso (OGC, 2007)**

Processo de gestão de benefícios, gestão estratégica dos benefícios, plano de realização dos benefícios, identificação e priorização de benefícios, optimização do *mix* de benefícios, realização, monitorização dos benefícios e avaliação.

---

#### **Gestão de Benefícios em Projectos (Melton, 2008)**

Identificação, especificação e realização dos benefícios, fases do projecto e factores críticos de sucesso

---

#### **Balanced Scorecard (Kaplan e Norton, 1996)**

Não tem processo de gestão de benefícios. Cada unidade obriga-se a definir os seus objectivos, os seus factores chave de sucesso e as interdependências com as outras unidades numa lógica de causa-efeito

## Funções e responsabilidades

---

### **Cranfield School (Ward e Daniel, 2006)**

Dono do benefício - responsável por atingir o benefício, dono da mudança - responsável por fazer acontecer a mudança no negócio, patrocinador - responsável do projecto e gestores de projecto das diversas áreas e responsáveis por diferentes áreas de negócio

---

### **Gerindo Programas com Sucesso (OGC, 2007)**

Sénior responsável – Estratégia da Gestão de Benefícios e Plano de Realização de Benefícios.

Gestor de Programa – Plano de Realização de Negócios e *business case*.

Gabinete de Programa – Monitorização do progresso da obtenção dos benefícios.

Gestor das mudanças de negócio - Realização dos benefícios; perfil; análise de impacto; gerir o risco.

Gestor de Projecto – Definição de benefícios, gestão do tempo, custo e qualidade.

---

### **Gestão de Benefícios em Projectos (Melton, 2008)**

Patrocinador – O patrocinador do projecto e Gestor do projecto – Responsável do projecto

Utilizador final - Beneficiários (Colaboradores, Fornecedores, Competidores e Clientes )

---

### **Balanced Scorecard (Kaplan e Norton, 1996)**

Foco claro na satisfação dos accionistas e clientes. Apresenta uma abordagem de partilha de responsabilidade. O BSC não tem uma abordagem até às tarefas logo as responsabilidades são atribuídas a grupos. Não existe uma individualização de responsabilidades

---

Da análise das tabelas 2 verifica-se que o *Balanced Scorecard* não é uma abordagem vocacionada à prossecução de benefícios, mas sim, uma ferramenta global de comunicação e organização, com um objectivo muito claro de alinhamento de todas as iniciativas de investimento com a estratégia do negócio. O BSC está muito focalizado num *stakeholder* específico, os accionistas, não reconhecendo a importância da contribuição que os colaboradores e fornecedores têm na realização dos objectivos da empresa. Como seria expectável, todas as restantes abordagens apresentam semelhanças e diferenças devidas à situação de terem sido criadas em contextos diversos, umas mais focadas em organismos públicos ou privados e outras em gestão de projectos. A abordagem GPS assume uma óptica muito centrada na gestão de benefícios no âmbito de programas, numa lógica mais institucional, com uma dinâmica mais no médio/longo prazo típico das organizações governamentais. Desta forma, não se revelou adequada à especificidade do projecto em estudo. Assim, as abordagens aplicáveis resumem-se ao modelo de *Cranfield School* de Ward e Daniel (2006) e ao modelo de Melton (2008), a Gestão de Benefícios em Projectos, para as quais se apresenta, na Tabela 3, uma comparação mais detalhada.

Tabela 3 – Comparação detalhada de duas abordagens

| Comparação detalhada entre as duas abordagens |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | Gestão de Benefícios em Projectos<br>(Melton,2008).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Cranfield School<br>(Ward e Daniel,2006)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Âmbito                                        | Enquadramento em portfolios, programas e projectos. Âmbito alargado a toda a organização                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Enquadramento em portfolios, programas e projectos. Âmbito alargado a toda a organização                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Estratégia                                    | Modelo das 5 forças de Porter<br>Análise <i>SWOT</i> e Matriz de ligação entre objectivos estratégicos e objectivos de investimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Diagrama do paradigma estratégico com a ligação da estratégia aos meios, formas e fins. Para a tomada de decisão é utilizada a matriz de portfólio IT de McFarlan                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ciclo de vida do negócio                      | Composto por 3 fases:<br>Identificação de benefícios<br>Especificação de benefícios<br>Realização dos benefícios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | O conceito de ciclo de vida não está presente. Não existe início e fim, mas um ciclo que após iniciado é sujeito a iterações de identificação de novos benefícios.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Processo de gestão de benefícios              | Processo com 6 fases a saber:<br>1. Plano de realização de benefícios<br>2. Plano de sustentabilidade<br>3. Acompanhamento dos benefícios<br>4. Revisão da sustentabilidade<br>5. <i>Scorecard</i> de benefícios<br>6. Medições de desempenho operacional                                                                                                                                                                                                                                  | Processo com 5 fases a saber:<br>1. Identificação e estruturação de benefícios<br>2. Planear a realização de benefícios<br>3. Executar o plano de benefícios<br>4. Rever e avaliar os benefícios<br>5. Estabelecer potencial para futuros benefícios                                                                                                                                                                 |
| Ferramentas                                   | <b>Fase 1</b> – Identificação de benefícios: Mapeamento dos benefícios, matriz de benefícios e <i>scorecard</i> de benefícios<br><b>Fase 2</b> – Especificação de benefícios: Definição do âmbito, lista de verificação do âmbito, lista de verificação do ambiente de negócio, matriz de influência dos benefícios e Business case <i>template</i> .<br><b>Fase 3</b> – Realização de benefícios: Análise de risco, Análise de satisfação dos clientes e Análise de satisfação do negócio | O modelo de Ward e Daniel tem duas ferramentas principais:<br>1. Rede de dependência de benefícios, como técnica central da abordagem<br>2. O <i>business case</i> para a identificação e estruturação, monitorização e concretização dos benefícios                                                                                                                                                                 |
| Recurso a técnicas do tipo <i>workshop</i>    | Não define exactamente quantos <i>workshops</i> se realizam. São vários na fase de desenho do projecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Abordagem com dois <i>workshops</i> :<br>O <b>primeiro</b> ocorre a seguir à identificação dos <i>stakeholders</i> chave e tem como resultado: os objectivos, a rede de dependência de benefícios, a criação de um <i>business case</i> inicial e a análise de <i>stakeholders</i> .<br>O <b>segundo</b> ocorre após a análise de benefícios e da mudança e tem como objectivo a revisão do âmbito e dos objectivos. |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relação com metodologias de gestão de projecto              | Está mais alinhada, ao planeamento dos processos de negócio. Esta metodologia tem um enquadramento de ciclo de vida de gestão de benefícios com o ciclo de vida da gestão de projectos.           | É uma metodologia complementar que se enquadra nas principais metodologias de gestão de projectos.<br>Esta abordagem aconselha à utilização das melhores práticas.                                                                                                                     |
| Benefícios não esperados                                    | Início um novo projecto na prossecução dos novos benefícios                                                                                                                                       | Potencia os benefícios não esperados.<br>Dá início a um novo plano de realização.                                                                                                                                                                                                      |
| Ligação aos conceitos de programa e portfólio de aplicações | A ligação ocorre através do factor crítico de sucesso do processo de gestão de benefícios.<br>FCS4-Portfólio da mudança<br>Garantia de que os benefícios correctos são obtidos nos locais certos. | Foca-se essencialmente em dois quadrantes do portfólio de aplicações:<br><b>Operacional</b> – aumento de desempenho em actividades já existentes.<br><b>Suporte</b> - aumento da produtividade de tarefas associadas à gestão da empresa bem como o cumprimento dos requisitos legais. |
| Técnicas de gestão de <i>stakeholders</i>                   | Utiliza o ciclo de vida da gestão da relação que compreende 4 fases:<br>Fase 1 – Início da relação, Fase 2 – Contratação, Fase 3- Compromisso e Fase 4 - Desligamento                             | Utiliza as duas técnicas para gestão de <i>stakeholders</i> seguintes;Atribuição de prioridades às atitudes dos <i>stakeholders</i> e quatro perfis de <i>stakeholders</i> (Benjamim e Levinson,1993); Cooperantes, Campeões, Comprometidos e Resistentes                              |
| Factores críticos de sucesso                                | O sucesso da implementação do projecto depende de seis factores críticos de sucesso.                                                                                                              | Não atribui relevância aos factores críticos de sucesso do projecto de gestão de benefícios, mas foca-se nos factores críticos para a mudança na organização.                                                                                                                          |

## 5. Discussão e selecção da abordagem

O âmbito das abordagens é comum e tem como principal finalidade a gestão de benefícios e o seu enquadramento em investimentos que produzam alterações nos processos da organização, quer pela utilização do SI/TI ou pelo simples redesenho dos processos. As duas abordagens têm a preocupação do alinhamento dos novos investimentos com as linhas estratégicas da organização e ambas não substituem a gestão de projectos, mas antes completam-na. De salientar também que estas abordagens fazem uma ligação ao portfólio de aplicações da organização e utilizam também a técnica de gestão de *stakeholders*.

A abordagem de Melton *et al.*, (2008) está em alguns aspectos mais alinhada com o planeamento de processos de negócio e tem um ciclo de vida claramente definido. A abordagem de Ward e Daniel (2006) assume-se mais como o processo-chave em torno do qual se interligam os diferentes processos da organização. Constatou-se que ambas as abordagens utilizam propostas de outros autores para a formulação das estratégias. Efectuada a análise comparativa mais detalhada, constatou-se que as três principais razões que influenciaram a decisão da opção pelo modelo de *Cranfield School* foram as seguintes:

1. A abordagem de Melton *et al.*, (2008) recorre a um plano de sustentabilidade e a um *scorecard* de benefícios. O processo de Ward e Daniel (2006) tem um carácter interactivo e não termina no final do projecto, explorando o potencial de benefícios futuros, iniciando um novo ciclo/plano de benefícios sempre que ocorre um benefício não esperado. Tal, enquadra-se perfeitamente na

estratégia de negócio da organização e do presente estudo de caso, uma vez que procura benefícios a partir de projectos que desenvolve junto dos seus clientes.

2. A abordagem de *Cranfield School* centra a sua atenção na rede de dependência de benefícios, uma representação gráfica de fácil leitura e que permite identificar, de uma forma eficaz, como as alterações ao negócio impulsionadas na utilização de SI/TI fazem obter os benefícios previstos no *business case*. A abordagem de Melton *et al.*, (2008) centra-se num conjunto de ferramentas que se distribuem pelas três fases do processo de gestão de benefícios, originando alguma complexidade e podendo gerar alguma dificuldade na implementação do modelo.
3. Os factores críticos de sucesso na abordagem de Melton *et al.*, (2008), circunscrevem-se somente ao sucesso do projecto, enquanto na abordagem de Ward e Daniel (2006) os factores para a mudança são mais abrangentes, potenciam a mudança e obtenção de benefícios promovendo o sucesso da organização. A abordagem de *Cranfield School* apresenta uma vertente estratégica, transversal a toda a organização, promovendo a aplicação e obtenção de alinhamento estratégico. A abordagem de Melton *et al.*, (2008), direcciona-se mais para a gestão do projecto e da mudança por ele produzida.

## 6. Conclusões

A abordagem de *Cranfield School* oferece uma proposta estruturada que permite a identificação, monitorização e realização dos benefícios previstos, garantindo que as acções necessárias para a sua concretização são identificadas e ainda que são tomadas as decisões adequadas para garantir o sucesso do plano de realização de benefícios adoptado.

A abordagem foi desenvolvida de forma a poder coexistir com outras abordagens, nomeadamente, aquelas que gerem projectos ou programas, trazendo a mais-valia da gestão de benefícios, de uma forma complementar.

A abordagem de *Cranfield School* fornece também uma base para a avaliação da viabilidade de um programa ou projecto, em termos de retornos mensuráveis esperados em relação aos custos envolvidos, permitindo um planeamento detalhado, gestão e avaliação da realização de cada benefício.

Finalmente, o processo inerente a esta abordagem encoraja as partes interessadas a um comprometimento e partilha do conhecimento colectivo, reforçando uma maior integração e complementaridade das várias iniciativas e investimentos em curso na organização.

A escolha da abordagem de *Cranfield School* auxiliou na identificação clara e inequívoca dos diferentes tipos de benefícios, tangíveis e intangíveis, e possibilitou o desenho de uma rede de dependências que permitiu gerir a complexidade das mudanças organizacionais requeridas para a obtenção plena dos benefícios inicialmente definidos.

## 6. Referências

- Ashurst, C. e Doherty, N. F. (2003), Towards the formulation of “a best practice” framework for benefits realization in IT projects. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation* 6, 1-10.
- Bradley, G., (2006), *Benefit Realization Management: A Practical Guide for Achieving Benefits through Change*, Gower.
- Kaplan, R.S. e Norton D.P. (1992) *Balanced Scorecard: Measures that drive performance*, Harvard Business Review, January-February 1992.
- Melton, T. (2008), *Real Project Planning: Delivering a Project Delivery Strategy*, Elsevier, Oxford, Great Britain.
- Melton, T., Smith P. e Yates J. (2008), *Project Benefits Management: Linking projects to the Business*, Elsevier, Oxford, Great Britain.
- OGC, Office of Government Commerce (2007b), *STDK Home, Delivery Lifecycle: Benefits Management*, [www.ogc.gov.uk/sdtoolkit/reference/deliverylifecycle/](http://www.ogc.gov.uk/sdtoolkit/reference/deliverylifecycle/)
- OGC, Office of Government Commerce (2007a), *Managing Successful Programs MSP*, The Stationery Office, London.
- OGC, Office of Government Commerce (2004), *Project Initiation Guidelines*, [www.ogc.gov.uk](http://www.ogc.gov.uk).
- OGC (Office of Government Commerce): *Managing Benefits: An Overview*. [Electronic]. Accessible: <http://www.ogc.gov>
- The Effective Measurement and OGC (Office of Government Commerce): *Management of ICT Costs and Benefits*. [Electronic]. Accessible: <http://www.ogc.gov.uk/documents/ManagingBenefitsV101.pdf>.
- Peppard, P., Ward, J., (2004) Beyond strategic information systems: towards an IS capability, *Journal of Strategic Information Systems* 13, 167–194
- Reiss, G., Anthony, M., Chapman, J., Leigh, G., Pyne, A., Rayner, P. (2006), *Gower Handbook of programme management*, Gower Publishing.
- Sapountzis, S., Yates, K. and Kagioglou (2008), *Realising benefits through primary healthcare settings*, Facilities, in press.
- Sapountzis, S., Harris, K. and Kagioglou, M. (2007), *Benefits Realisation Process for Healthcare*, 4th International Research Symposium (SCRI), 359–71.
- Stacey, M., (1998), *Generativity in Organizational Life*, Context Management Consulting Inc., [www.contextconsulting.com](http://www.contextconsulting.com).
- Thiry, M. (2002), Combining value and project management into an effective programme management model, *International Journal of Project Management*, Elsevier Science: Oxford, April 2002, 20 (3), 221-228.
- Thorp, J. (1998), *The Information Paradox – Realising the business benefits of information technology*, Toronto, Canada, McGraw-Hill.

- Ward J. Daniel, E. (2006). Benefits Management, Delivering Value from IS and IT Investments. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Ward, J., Taylor, P. and Bond P. (1995), Identification, realisation and measurement of IS/IT benefits: an empirical study of current practice, Proceedings of the Second European Conference on Information Technology Investment Evaluation, Henley on Thames.
- Willcocks, L., Lester, S. (1997), Assessing IT productivity: Any way out of the labyrinth? Managing IT as a Strategic Resource, McGraw-Hill, London.
- Winter, M., Smith, C., Morris, P., Cicmil, S. (2006), Directions for Future Research in Project Management: The Main Findings of UK government-funded research network. International Journal of Project Management, 24, 8, 638-649.



# Definição da Arquitetura de Informação em organismo da Administração Pública Local

Filipe Sá<sup>1</sup>, Álvaro Rocha<sup>2</sup>

filipe@cm-penacova.pt, amrocha@ufp.edu.pt

<sup>1</sup> Câmara Municipal de Penacova, Largo Alberto Leitão, 5, 3360-341 Penacova, Portugal

<sup>2</sup> Universidade Fernando Pessoa, Praça 9 de Abril, 349, 4249-004 Porto, Portugal

DOI: 10.4304/risti.10.51-64

**Resumo:** Uma arquitetura de informação é a base para as organizações disporem de um sistema de informação abrangente e integrado, capaz de proporcionar uma resposta alinhada com as exigências do ambiente competitivo atual. Neste artigo são identificadas metodologias representativas para a definição de arquiteturas de informação e é apresentado um estudo de planeamento da arquitetura de informação para um organismo da administração pública local, com recurso à metodologia BSP Adaptada, a qual se mostrou suficientemente flexível e adequada à concretização dos objetivos perseguidos.

**Palavras-chave:** Planeamento de Sistemas de Informação; Arquiteturas de Informação; Integração de Sistemas de Informação; Governo Eletrónico.

**Abstract:** An Information Architecture is the basis for a comprehensive and integrated information system of any organization, capable of providing answers that meet the challenges posed by the contemporary competitive environment. In this paper we identify representative methodologies used in Information Architecture definitions, and we present an Information Architecture Planning case study for a Local Public Administration organization, where we implement an Adapted BSP Methodology that is sufficiently flexible and suited to the goals we propose.

**Key-words:** Information Systems Planning; Information Architecture; Information Systems Integration; E-Government.

## 1. Introdução

A globalização dos mercados, com a consequente intensificação da competitividade e o crescente nível de exigência relativamente a produtos e serviços, levam a que praticamente todos os aspetos das organizações influenciem o seu posicionamento competitivo, muito particularmente a eficácia do seu Sistema de Informação (SI) (Teixeira et al., 2012; Rocha, 2011, Huang & Wang 2010; Mohammad, 2009).

Assim, a Administração Pública Local enfrenta um desafio no âmbito da modernização administrativa, procurando aproximar os Municípios dos seus serviços, havendo, pois, a necessidade constante em desmaterializar os seus processos (Almeida, 2011; Torres, 2009; Rocha et al. 2005).

O Município de Penacova, pertencente ao Distrito de Coimbra, Portugal, não é exceção e existe nele essa necessidade. A informação é cada vez maior e a sua consulta tem de ser rápida e eficaz para que as decisões e ações sejam as mais eficientes possíveis.

No contexto deste trabalho, pretendeu-se elaborar um estudo com a finalidade de definir e validar uma arquitetura de informação para a Secção de Obras Particulares do Município de Penacova, capaz de responder eficiente e eficazmente às suas necessidades de informação.

Consequentemente desenvolveu-se um estudo sobre conceitos e metodologias existentes, para que a arquitetura de informação a definir fosse coesa e baseada num trabalho académico que pudesse sustentar um produto final realmente útil.

Assim, foram objetivos específicos deste trabalho:

- Analisar metodologias representativas no planeamento de arquiteturas de informação;
- Selecionar uma metodologia e aplicá-la na realidade;
- Propor e validar uma arquitetura de informação para a Secção de Obras Particulares do Município de Penacova;
- Refletir sobre as vantagens e desvantagens da metodologia aplicada.

Nas próximas secções apresenta-se a metodologia seguida no estudo, identificam-se metodologias representativas para o planeamento de arquiteturas de informação e apresenta-se o estudo de caso de definição de uma arquitetura de informação para a Secção de Obras Particulares do Município de Penacova. Por último, discutem-se os resultados, retiram-se algumas conclusões e aponta-se a direção do trabalho futuro.

## 2. Metodologia do Estudo

Numa primeira fase foi realizada uma revisão de literatura através da análise de uma amostra criteriosa de livros, dissertações, teses e artigos científicos da área, que permitiu selecionar e conhecer a metodologia de planeamento de arquiteturas de informação a aplicar no caso prático.

Na continuação da abordagem anterior, foi seguido o método estudo de casos, sendo este muito adotado em trabalhos de investigação de carácter quantitativo e qualitativo

(Höst & Runeson, 2008; Höst & Runeson 2007), que orientou a aplicação da Metodologia BSP Adaptada de Amaral & Varajão (2007), na Secção de Obras Particulares do Município de Penacova.

Com base em todos os elementos recolhidos e analisados, foi proposta e validada uma arquitetura de informação para o desenvolvimento de sistemas de informação que suportem as diferentes necessidades de informação, de forma completa e integrada, nesta Secção do Município de Penacova.

Finalmente discutiram-se os resultados e refletiu-se sobre as vantagens e desvantagens da metodologia usada.

### **3. Metodologias de Planeamento de Arquiteturas de Informação**

A arquitetura da informação de uma organização envolve a definição do relacionamento de processos de negócio com as classes de dados. Isso permite a avaliação da partilha de dados dentro da organização. A arquitetura de informação também proporciona a base para a gestão de recursos e planeamento tático, que permite a implementação ordenada da arquitetura da informação.

O foco deste trabalho passou também pela identificação de metodologias capazes de ajudarem a planear a arquitetura de informação de uma organização. Foram, consequentemente, selecionadas e estudadas a Metodologia BSP - Business Systems Planning (IBM, 1984), a Metodologia BSP Adaptada (Amaral & Varajão, 2007), a Framework de Zachman (Zachman, Inmon & Geiger, 1997; Zachman, 1996, Zachman, 1987), a Federal Enterprise Architecture Framework (Spewak & Hill, 1995) e a Metodologia Enterprise Architecture Planning (Sayles, 2003; CIOC, 2001).

Estas são, pois, as quatro metodologias consideradas representativas na definição de Arquiteturas de Informação, dado serem referidas, estudadas, adotadas e/ou aplicadas em vários outros trabalhos académicos (e.g., Abbas et al. 2010; Huang & Wang 2010; Rocha & Santos, 2010; Mohammad, 2009; Mesquita, 2007; Casagrande, 2005; Tomé, 2004; Costa, 2002; Rocha, 2002; Souza, 2001; Sakamoto & Ball 1982).

Para aplicação no estudo de caso foi selecionada a Metodologia BSP Adaptada de Amaral & Varajão (2007).

A sua escolha deveu-se aos seguintes fatores:

- Boa documentação de suporte;
- Por ser inspirada na Metodologia BSP original, mas apresentando-se com novos detalhes e com uma diferente organização das atividades ajustada ao contexto atual;
- Por ir ao encontro dos fatores chave no sucesso do planeamento, desenvolvimento e implementação de uma arquitetura de informação;
- A facilidade em adequar as várias fases da metodologia à realidade da Câmara Municipal de Penacova;

- As matrizes que descrevem a arquitetura de informação permitirem com clareza e eficácia uma análise aos processos e às classes de dados, além de permitirem uma análise sobre os fluxos de informação, o que facilita uma maior compreensão do estudo global;
- Com a utilização da Matriz Aplicações/Classes de Dados, Matriz Aplicações/Processos e Matriz Aplicações/Organização, permite a identificação clara e inequívoca, do suporte que os SI atuais e futuros têm na arquitetura de informação da Secção de Obras Particulares do Município de Penacova.

#### **4. Estudo de Caso: Secção de Obras Particulares do Município de Penacova**

Nesta parte do artigo é descrito um estudo realizado na Secção de Obras Particulares do Município de Penacova. Este estudo passou pelo planeamento de uma arquitetura de informação, baseada na Metodologia BSP Adaptada, de Amaral & Varajão (2007). A mesma foi adaptada à realidade do trabalho e à dimensão do estudo.

##### **4.1 Caracterização da Secção de Obras Particulares**

O Município de Penacova está inserido no Distrito de Coimbra. É um município que possui uma área de 220 Km<sup>2</sup> com 15251 habitantes - Censos 2011 - distribuídos por 11 freguesias.

A Câmara Municipal de Penacova é, pois, um organismo de Administração Pública Local. No final do ano de 2010 dispunha de 149 colaboradores. A sua Secção de Obras Particulares faz parte da Divisão de Ambiente, Serviços Urbanos e Obras Municipais e depende hierarquicamente do Presidente da Câmara, que pode delegar as competências em Vereadores ou em alguém do seu gabinete. É composta pelas subunidades orgânicas Planeamento de Serviços; Planeamento do Território; Gestão de Urbanística e Obras; Serviços Municipais de Fiscalização; e Secção Administrativa. Na divisão geral trabalham 74 funcionários, dos quais 17 estão destacados a tempo inteiro no serviço da Secção de Obras Particulares.

De uma forma genérica esta Secção de Obras Particulares tem como principal objetivo licenciar e regular todas as construções no Município de Penacova. Alguns dos processos resultam em projetos de obras, loteamentos, certidões, correspondência, emissão de alvarás, cobrança de taxas, processos de águas, saneamento, etc.

Apesar de ser uma Secção interna, interage no decorrer dos seus processos com outras secções internas, como por exemplo a Tesouraria ou a Contabilidade. Existem interações externas tanto com Municípios como com entidades para licenciamentos, autorizações ou pedidos de pareceres.

Nesta Secção é feita a receção e respetiva movimentação de todo o expediente ligado a obras particulares.

## 4.2 Aplicação da Metodologia BSP Adaptada

Nesta parte do artigo é descrita a aplicação da Metodologia BSP Adaptada, de Amaral & Varajão (2007), para o planeamento de uma arquitetura de informação para a Secção de Obras Particulares da Câmara Municipal de Penacova. Esta aplicação justifica-se porque não existia nenhum estudo nem documento formal de PSI para esta Secção da Câmara Municipal e porque a mesma necessita de repensar todo o seu SI.

Consequentemente foram implementadas as fases da metodologia selecionada, embora adaptadas à realidade do objeto do estudo e ao âmbito da investigação. Foram, assim, definidos o âmbito e o objetivo do estudo, a equipa do projeto, a logística. Foi identificada a informação a reunir sobre recursos humanos, recursos financeiros, serviços prestados e clientes. Caracterizou-se o hardware, o software instalado e os sistemas de informação. Identificou-se ainda a missão, a visão, as metas e objetivos estratégicos da Secção de Obras Particulares da Câmara Municipal de Penacova. Definiram-se, também, as suas entidades. Com base nas reuniões tidas com o Chefe de Divisão da Secção de Obras e com o Presidente da Câmara Municipal, identificaram-se as entidades: Presidente; Chefe de Divisão; Técnicos; Administrativos; Fiscal Municipal; Comissão de Vistoria; e Municípes. Este conjunto de entidades contém todos os elementos que intervêm nos processos da Secção. Definiram-se, ainda, os processos e as classes de dados.

### Processos

Segundo Amaral & Varajão (2007) os processos da organização são definidos como “grupos de decisões relacionadas logicamente” ou “atividades necessárias para gerir os recursos da organização”. Ainda de acordo com os mesmos autores, uma definição dos processos organizacionais levará a:

- Um SI independente da estrutura organizacional;
- Uma compreensão de como a organização realiza a sua missão;
- Uma base para o planeamento da Arquitetura de Informação, identificando o seu âmbito, tornando-a modular e determinando prioridades para o seu desenvolvimento;
- Uma base para a identificação de requisitos chave de dados.

Tendo em conta as regras para identificação de processos, com base nas reuniões efetuadas, foi primeiramente elaborado um esquema contendo toda a tramitação e processos existentes na Secção de Obras Particulares. Feito o levantamento dos processos, estes foram definidos, constituindo o “Dicionário de Processos”. No final foi efetuada uma validação dos mesmos.

Foram identificados e descritos 37 processos. Elaborar Plano de Atividades (P1) é um exemplo dos processos identificados, sendo a sua descrição: “*Conjunto de ações e decisões que visam elaborar o Plano de Atividades para a Secção de Obras Particulares, definindo objetivos, responsabilidades e identificando meios para concretizá-lo.*”.

## Classes de Dados

Amaral & Varajão (2007) referem que “uma classe de dados é um agrupamento de dados relacionados com aspetos (ou entidades) que são relevantes para a informação. As classes de dados devem representar dados que precisam de estar disponíveis para a realização das atividades da organização”. Baseados nestes pressupostos e posteriormente à definição do dicionário de processos, foi possível identificar e definir as classes de dados existentes na Secção e assim elaborar o dicionário de classes de dados.

Foram identificadas e descritas 42 classes de dados. Livro de Obra (C30) é um dos exemplos das classes de dados identificadas, sendo a sua descrição: “Documento que contém todo o historial da construção da obra, incluindo dados dos técnicos responsáveis, resumos diários de progressão da obra, alterações ao projeto, visitas dos fiscais municipais e autos dos fiscais municipais”.

Após a identificação e a descrição do dicionário de dados dos processos e das classes de dados, determinámos a criação e uso dos dados por cada processo. Na Figura 1 apresentamos o exemplo do processo P1 (Elaborar Plano de Atividades).

| P1 - Elaborar Plano de Atividades |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Cria                              | Usa                        |
| C1 - Plano de atividades          | C3 - Folha de objetivos    |
|                                   | C5 - Mapa de Férias        |
|                                   | C4 - Ficha de avaliação/RH |

Figura 1 – Criação e uso de classes de dados por processo.

## Definição da Arquitetura de Informação

Após identificação, descrição e validação de todos os processos e respetivas classes de dados foi necessário relacionar os mesmos para, assim, definirmos a Arquitetura de Informação que permitiu analisar a situação da organização, servindo de base a um diagnóstico estruturado dos constrangimentos e dificuldades existentes, bem como futuros.

Assim, construímos uma matriz contendo os processos no eixo vertical e as classes de dados no eixo horizontal. Nas células utilizámos a letra ‘C’ (cria) para indicar as classes de dados criadas pelos processos, e a letra ‘U’ (usa) para indicar os processos que usam as classes de dados.

De modo a determinar o diagrama de fluxos da Arquitetura de Informação, organizaram-se os processos de modo a que aqueles que tinham muita partilha de dados ficassem próximos. De seguida, reorganizaram-se as classes de dados de modo que a mais próxima do eixo dos processos fosse criada pelo primeiro processo listado, a seguinte (mais próxima) pelo segundo processo e assim consecutivamente.

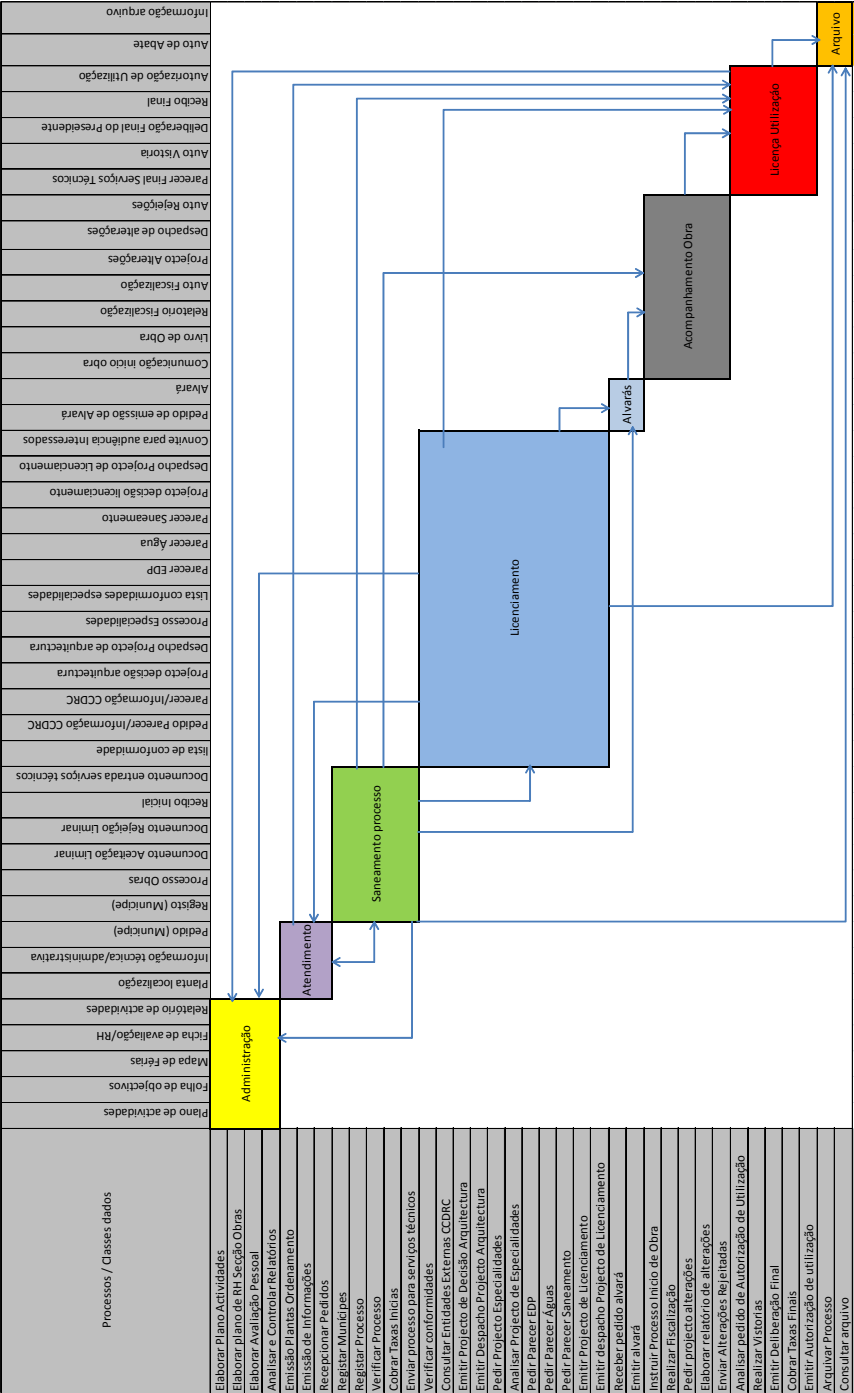


Figura 2 – Matriz Processos / Classes de Dados.

Após a reorganização das linhas e das colunas na matriz, foi possível definir os grupos de processos. Identificados esses grupos, foi possível definir o fluxo de dados entre eles, com base nas classes de dados que cada processo usa.

Na Figura 2 pode ser observada a Matriz Processos/Classes de Dados, tendo sido atribuídos nomes aos grupos dos processos de acordo com a sua função:

- Administração - Grupo de processos e classes de dados referentes à gestão e política da própria Secção de Obras;
- Atendimento - Grupo de processos e classes de dados referentes ao atendimento ao público e instrução inicial de processos;
- Saneamento - Grupo de processos e classes de dados que elabora uma primeira análise de um processo de obras por parte dos serviços administrativos;
- Licenciamento - Grupo de processos e classes de dados que analisam tecnicamente um processo de obras;
- Alvará - Grupo de processos e classes de dados que emite um alvará;
- Acompanhamento Obra - Grupo de processos e classes de dados que realiza o acompanhamento e fiscalização de obras de um município;
- Licença Utilização - Grupo de processos e classes de dados que emite um licença de utilização;
- Arquivo - Grupo de processos e classes de dados que gere o arquivo de processo de obras.

Na Figura 2 também é possível observar o fluxo de dados entre os grupos de processos. Estes fluxos foram criados sempre que um processo de um grupo de processos utilizava uma classe de dados criada por outro processo de outro grupo de processos.

### ***Análise do apoio de TI à Arquitectura de Informação***

Depois de definida a nova arquitetura de informação foi analisado o apoio que recebe atualmente de aplicações informáticas / Tecnologias de Informação (TI). Para esse fim foram elaboradas três matrizes: 1) Matriz Aplicações/Entidades (Figura 3), na qual podemos visualizar que aplicações informáticas apoiam os utilizadores da Secção de Obras; 2) Matriz Aplicações/Processos, na qual podemos visualizar que aplicações apoiam os processos existentes; 3) Matriz Aplicações/Classes de Dados, na qual podem ser visualizadas as aplicações que suportam as classes de dados e assim compreender quais estão atualmente automatizadas e que aplicações mantêm esses dados.

| Aplicações/Entidades         | Presidente | Chefe Divisão | Serviços técnicos | Serviços Administrativos | Fiscalização | Comissão Vistorias | Municípios |
|------------------------------|------------|---------------|-------------------|--------------------------|--------------|--------------------|------------|
| Sistema Processos Obras      | A          | A             | A                 | A                        | A            | A                  |            |
| Sistema de Taxas             |            |               |                   | A                        |              |                    |            |
| Sistema de Gestão Documental | A          | A             | A                 | A                        | A            | A                  | P          |
| Sistema Gestão Pessoal       | A          | A             |                   |                          |              |                    |            |
| Emissão Plantas web          |            | A             | A                 | A                        | A            | A                  | P          |
| Portal Autárquico            |            | A             | A                 | A                        |              |                    |            |
| Autocad                      |            | A             | A                 | A                        |              |                    |            |
| Folha de cálculo             |            | A             | A                 | A                        | A            | A                  | A          |
| Processamento Texto          | A          | A             | A                 | A                        | A            | A                  | A          |
| Email                        | A          | A             | A                 | A                        | A            | A                  | A          |

Figura 3 - Matriz Aplicações/Entidades

## Problemas

Após validação dos passos anteriores foi necessário identificar e definir os principais problemas que surgiram da análise do suporte proporcionado por aplicações informáticas à arquitetura de informação definida e, portanto, do suporte proporcionado aos processos e às classes de dados.

Nesta análise, com recurso a reuniões com os membros das equipas, e com recurso às entrevistas foram identificados e validados os principais problemas. Para sumariá-los foi criada uma tabela com as seguintes colunas: grupo de processos, causa, problema, importância, processo causador, classe-de-dados causadora, e solução sugerida.

Os problemas apesar de surgirem em processos diferentes resultavam em muito da mesma fonte. Os principais problemas são:

1. Falta de informação disponível no sistema (informações em papel por vezes) – A Secção de Obras utiliza principalmente a aplicação SPO (Sistema de Processos de Obras) para os processos de obras e a aplicação SGD (Sistema de Gestão Documental) para registo de correspondência. Estes dois sistemas deviam estar integrados completamente. Paralelamente tanto o SPO como o SGD deviam permitir digitalizar toda a documentação para que a tramitação e análise dos processos fosse sempre baseada em suportes digitais.
2. Excesso de informação lixo – Como nem toda a documentação está digitalizada, e as aplicações não fazem um rastreio da informação, é armazenada informação que não é relevante para as análises dos processos.

3. Falha na comunicação com os municípios – A comunicação com os municípios ainda é feita em papel, o que prejudica os prazos e uma correta tramitação dos documentos. Devia ser integrado nas aplicações SPO e SGD a possibilidade de notificarem e comunicarem digitalmente com os municípios.
4. Várias aplicações a usarem a mesma informação, sem esta estar partilhada e digitalizada – mais uma vez deve ser integrado o sistema SPO com o sistema SGD para que estes possam usar a mesma informação.
5. Não há um controlo sobre os pedidos externos – A aplicação atual não permite que os pedidos de informações e pareceres externos sejam feitos de forma automática. Como estes pedidos fazem parte da tramitação de um licenciamento, a aplicação SPO deverá ser modificada para efetuar esses pedidos de uma forma automática.
6. Acesso à informação a partir do exterior – Existe uma necessidade, tanto das equipas de fiscalização como das comissões de vistorias, aquando de serviço externo, terem acesso à informação atual dos processos de obras que estão a fiscalizar/vistoriar, pelo que deverá ser implementado um sistema de acesso remoto e em tempo real aos processos existentes no sistema SPO.

### **Prioridades e recomendações**

Face à informação recolhida e validada, aos problemas identificados, e validação do que é necessário, é imperativo identificar as prioridades e recomendações de desenvolvimento. Para identificação das prioridades utilizámos um método que consiste em identificar e agrupar os critérios em quatro categorias (Figura 4): Benefícios potenciais; Impacto na organização; Probabilidade de sucesso; e Procura. Para cada categoria foi atribuído um peso numa escala de 1 a 10. A soma da pontuação determinou a melhor sequência no desenvolvimento das aplicações informáticas.

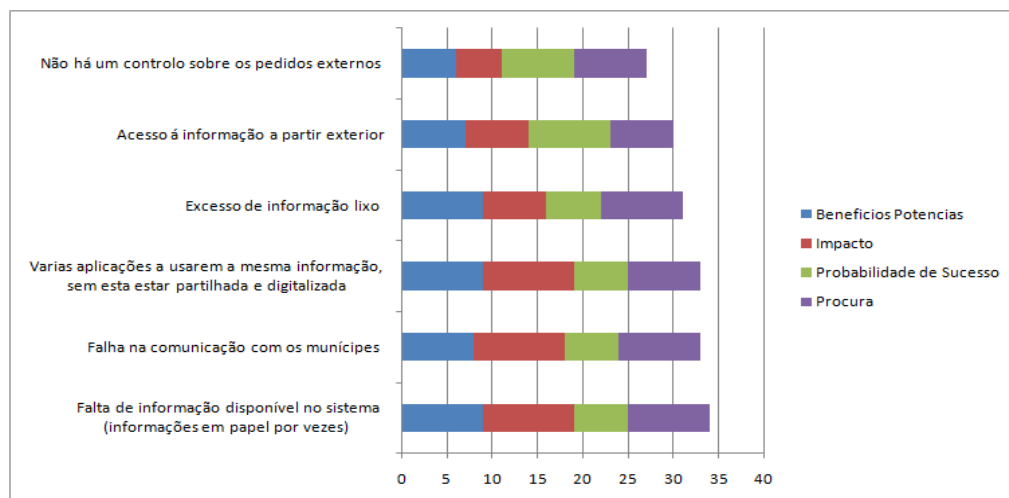


Figura 4 – Definição de prioridades para desenvolvimento

Face à análise anterior as prioridades para desenvolvimento futuro passam, então, pela correção de:

1. Falta de informação disponível no sistema (informações em papel por vezes);
2. Falha na comunicação com os munícipes;
3. Várias aplicações a usarem a mesma informação, sem esta estar partilhada e digitalizada;
4. Excesso de informação lixo;
5. Acesso à informação a partir do exterior;
6. Não há um controlo sobre os pedidos externos.

Apesar de ter sido identificada a lista inicial de prioridades a desenvolver, esta deve ser reavaliada cada vez que se implementa uma das prioridades. A título de exemplo, no fim da implementação da primeira (Falta de informação disponível no sistema), deve ser feita uma nova identificação de prioridades de desenvolvimento com as restantes.

## **5. Discussão e Conclusão**

### **5.1 Contributos**

O objetivo principal deste trabalho foi planear uma Arquitetura de Informação para a Secção de Obras Particulares da Câmara Municipal de Penacova. A concretização deste objetivo teve em consideração uma decisão estratégica por parte do Município de Penacova, de forma a alinhar o seu SI com as novas exigências, tanto dos Municípios que necessitam de melhor acesso à informação e de uma forma mais rápida, como das necessidades legais em garantir respostas mais eficazes e eficientes.

No entanto, foi constatado que um dos grandes problemas com que as Câmaras Municipais se deparam é a má utilização dos sistemas informáticos instalados, associado ao não-alinhamento com as políticas implementadas e desejadas. Outro problema detetado, prende-se com a visão que o poder político tem quando se depara com algumas mudanças. Estas são vistas muitas vezes como um obstáculo e não como um meio para atingir o sucesso.

Felizmente os SI e as TI já começam a ser vistos nas organizações, pelos novos recursos humanos, não somente sob a ótica da tecnologia, mas também como o mote para atingir os objetivos e estratégias. Esta mudança permitiu envolver uma pequena equipa da Câmara Municipal de Penacova para apoiar na aplicação da Metodologia BSP Adaptada, de Amaral & Varajão (2007), na Secção de Obras Particulares.

Assim, os objetivos específicos passaram por atingir um grau elevado de especialização em sistemas de informação, pelo que foi realizada uma revisão da bibliografia, sobre vários temas da área, e sobre diversas metodologias de planeamento de arquiteturas de informação.

Graças à definição da arquitetura de informação, foi possível a caracterização do sistema de informação, onde podem ser verificadas as aplicações informáticas existentes e qual o apoio que proporcionam à arquitetura de informação definida, onde

foram identificados e definidos oito grupos de processos (Administração, Atendimento, Saneamento, Licenciamento, Alvarás, Acompanhamento Obra, Licença Utilização e Arquivo) e as quarenta e três classes de dados.

Numa fase posterior, foram identificados os principais problemas, prioridades e recomendações de desenvolvimento futuro. O excesso de informação lixo e a falta de um sistema de gestão documental integrado com os outros sistemas da Câmara Municipal são os principais entraves na implementação e melhoria da arquitetura de informação.

Relativamente à metodologia usada, a Metodologia BSP Adaptada mostrou-se suficientemente flexível e adequada ao contexto onde foi aplicada. Foram, assim, concretizados todos os objetivos propostos no início desta investigação.

## **5.2 Limitações e possibilidades de trabalho futuro**

Este trabalho não se esgota nos resultados apresentados neste artigo, sendo que faz parte do planeamento inicial de sistemas de informação da Câmara Municipal de Penacova, em concreto da Secção de Obras Particulares, e deverá ser melhorado e completado se o Município quiser realmente explorar as potencialidades dos SI atuais de forma abrangente e inovadora.

Não deixando de ser um trabalho real e dada a consciência da impossibilidade de explorar com maior detalhe as várias áreas desenvolvidas dentro dos limites temporais e outros, deverá numa parte posterior ser melhorado e estudado as últimas fases da metodologia aplicada.

Na fase final da aplicação da metodologia deverá proceder-se a uma negociação da solução final e verificar se esta se encontra alinhada com os objetivos da Secção de Obras Particulares e da Câmara Municipal.

Na impossibilidade do Município desenvolver um novo SI que suporte com abrangência a nova arquitetura de informação, é sugerido que deverá disponibilizar e modificar as aplicações existentes, num futuro próximo, em concreto a aplicação SPO e a aplicação SGD, de acordo com a nova arquitetura de informação. Deverá, assim, ser contactada a empresa que desenvolveu estas aplicações para possibilitar a integração das mesmas. A aplicação SGD deverá ser melhorada com a finalidade de permitir a digitalização dos documentos, a tramitação dos processos, o controle dos processos e permitir ainda a comunicação para o exterior.

## **6 Referências**

- Abbas, A., Mir, S. & Fereydon, S. (2010), A Method for Benchmarking Application in the Enterprise Architecture Planning Process Based on Federal Enterprise Architecture Framework. Computer Engineering Department, Shahid Beheshti University, Iran.
- Almeida, F. B. (2011), e-Government – Análise e Avaliação dos Municípios no Distrito de Viseu. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal.

- Amaral, L. & Varajão, J. (2007), Planeamento de Sistemas de Informação. 4ª edição, FCA - Editora de Informática, Lisboa, Portugal.
- Casagrande, N. G. (2005), Metodologia para Modelagem de Arquitetura de Informação estratégica para pequenas empresas: Uma aplicação no setor de turismo rural. Tese de Doutorado em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- CIOC (2001), Federal Enterprise Architecture Framework. Version 1.0, Chief Information Officers Council, USA.
- Costa, P. (2002), A função Produção de SI/TI – Modelo Informacional. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
- Höst, M. & Runeson, P. (2007), Checklists for Software Engineering Case Study. Software Engineering Research Group, Lund University, Sweden.
- Höst, M. & Runeson, P. (2008), Guidelines for conducting and reporting case study. Software Engineering Research Group, Lund University, Sweden.
- Huang, S. & Wang, X. (2010), Research on Methods of Integrated Information Systems Based on BSP, Proceedings of The 2010 Fourth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, pp. 546-549. IEEE Computer Society.
- IBM. (1984), Business Systems Planning: Information Systems Planning Guide. 4th Ed., International Business Machines Corporation, USA.
- Mesquita, A. (2007), Tecnologias e Sistemas de Informação para a indústria da panificação e pastelaria: proposta de uma arquitectura de informação. Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.
- Mohammad, D. (2009), A New Methodology For Developing The MIS Master Plan. Review of Business Information Systems, Vol. 13, Nº. 1, pp. 15-24.
- Rocha, A. (2011), Evolution of Information Systems and Technologies Maturity in Healthcare. International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics, Vol 6, Nº 2, pp. 28-37. DOI: 10.4018/jhisi.2011040103
- Rocha, A. & Santos, P. (2010), Introdução ao Framework de Zachman. Apontamentos de Planeamento de Sistemas de Informação, Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal.
- Rocha, A., Silva, C., Lamas, M., Castro, R. e Silva, S. (2005), Governo Electrónico nas Juntas de Freguesia: Situação na Região do Minho. Actas da 6ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação. Bragança, Portugal.
- Rocha, Á. (2002), O Essencial dos Sistemas de Informação. Apontamentos de Sistemas de Informação, Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal.
- Sakamoto, J. G. & Ball, F. W. (1982), Supporting Business Systems Planning studies with the DWDC Data Dictionary, IBM System Journal, Vol. 21, Nº 1, pp. 54-80.
- Sayles, A. (2003), Development of Federal Enterprise Architecture Framework using the IBM Rational Unified Process and the Unified Modeling Language. Software Group, IBM, USA.

- Song, H. & Song, Y. (2010), Enterprise Architecture Institutionalization and Assessment. In Proceedings of the 2010 IEEE/ACIS 9th International Conference on Computer and Information Science (ICIS '10), pp. 870-875.
- Souza, J. B. (2001), Uma metodologia para planeamento de arquitetura de informações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Spewak, S. H. & Hill, S. C. (1995), Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications, and Technology. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Teixeira, P., Brandão, P.L. & Rocha, A. (2012), Promoting Success in the Introduction of Health Information Systems. International Journal of Enterprise Information Systems, Vol. 8, N° 1, pp. 17-27. DOI: 10.4018/jeis.2012010102
- Tomé, P. (2004) Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
- Torres, A. (2009), Poder local: Como potenciar a participação dos cidadãos na vida do município de Montijo. Dissertação de Mestrado, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal.
- Zachman, J. (1987), A Framework for Information Systems Architecture. IBM Systems Journal, Vol. 26, N° 3, pp. 276-292.
- Zachman, J. (1996), The Framework for Enterprise Architecture: Background, Description and Utility. Zachman International, USA.
- Zachman, J., Inmon, W. & Geiger, J. (1997), Data Stores, Data Warehousing and the Zachman Framework: Managing Enterprise Knowledge. 1<sup>st</sup> Edition, McGraw-Hill, New York, USA.

# Obteniendo Casos de Uso centrados en la Calidad de los Datos desde Procesos de Negocio descritos con BPMN

Alfonso Rodríguez <sup>1</sup>, Angélica Caro <sup>1</sup>

alfonso@ubiobio.cl, mcaro@ubiobio.cl

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de Información, Universidad del Bío-Bío, Andrés Bello s/n, Chillán, Chile.

DOI: 10.4304/risti.10.65-80

**Resumen:** La calidad de datos es considerada un aspecto importante en relación con el éxito o fracaso de las tareas cotidianas en una organización. Hoy en día, la mayoría de estas tareas se encuentran soportadas por aplicaciones de software. La especificación temprana de los requisitos que deben cumplir esas aplicaciones es un desafío para la ingeniería del software. En este trabajo se aborda la especificación temprana de requisitos de software, poniendo especial atención en la calidad de datos. Dichos requisitos serán capturados desde modelos de procesos de negocio descritos con BPMN (Business Process Model and Notation), y expresados mediante casos de uso de UML (Unified Model Language). Con este propósito se propone un método mediante el cual, de manera ordenada y sistemática, los expertos del negocio pueden modelar procesos de negocio consciente de la calidad de datos y obtener desde dichos modelos artefactos útiles para la creación de software.

**Palabras-claves:** Calidad de Datos; Procesos de Negocio; Casos de Uso; BPMN; UML; Requisitos de Software.

**Abstract:** Data quality is considered an important aspect for the success or failure of routine tasks in an organization. Nowadays, most of these tasks are supported by software applications. The early specification of the requirements for these applications is a challenge for software engineering. This paper focuses on early software requirements specification, paying special attention on data quality. These requirements will be captured from business process models described with BPMN (Business Process Model and Notation), and expressed through use cases of UML (Unified Model Language). For this purpose we propose a method whereby business experts can model business processes aware of data quality and software engineers can get artifacts useful for creating software.

**Key-words:** Data Quality; Business Process; Use Cases; BPMN; UML; Software Requirements.

## 1. Introducción

Las Tecnologías de Información (TI), en general, y los Sistemas de Información (SI), en particular, juegan un rol fundamental en la gestión de los Procesos de Negocio (BP, Business Process) debido al importante número de actividades dentro de una organización que son apoyadas por los SI. A nivel organizacional, los BP son esenciales para entender la forma en que operan las organizaciones y también tienen un rol importante en el diseño y creación de SI flexibles (Weske, 2007).

Por otro lado, la gestión de la Calidad de Datos (DQ, Data Quality) es un aspecto relevante que debe ser considerado cuando se quiere mejorar el desempeño general de las organizaciones (Redman, 2008). Sólo aquellas organizaciones que logran incorporar una estrategia de gestión de DQ efectiva en su estrategia de negocios serán capaces de convertir sus datos en una ventaja competitiva real, entregando valor a corto y largo plazo para asegurar el éxito y la sustentabilidad de su negocio (el Abed, 2009).

La especificación temprana de los requisitos de un SI, constituye un desafío permanente para la ingeniería de software. Con el propósito de incluir requisitos de DQ en conjunto con la descripción del BP, en trabajos previos (Rodríguez, Caro, Capiello, & Caballero, 2012) se ha extendido la capacidad expresiva de BPMN (Object Management Group, 2011). Complementariamente, se ha propuesto un método, BPiDQ (Caro, Rodríguez, Capiello, & Caballero, 2012), que permite llevar a cabo la especificación de requisitos de DQ en BP y a partir de allí obtener diagramas de casos de uso UML (Object Management Group, 2007) relacionados con la calidad de datos. En base a estos trabajos y a una propuesta para la transformación de las descripciones de BP en casos de uso de UML (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007b), en este artículo se presenta una adaptación del método, llamada BPiDQ\* (Business Process including Data Quality), para orientar los resultados obtenidos hacia la ingeniería de software. En la primera versión del método se ha privilegiado la mejora del modelo del proceso de negocio propiamente dicho, teniendo en cuenta la calidad de datos. Por ejemplo, se incorporan nuevas actividades y/o se cambia el flujo del BP para garantizar que los aspectos de calidad de datos especificados en el BP puedan ser incluidos. La adaptación del método propuesta en este artículo, tiene como objetivo obtener casos de uso (generales y relacionados con la DQ) desde la especificación del BP, lo que permitirá avanzar en el proceso de desarrollo del software.

El resto del artículo se encuentra organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan trabajos relacionados. En la sección 3 se describe la metodología BPiDQ\*. Un ejemplo ilustrativo del uso de la metodología es entregado en la sección 4. Finalmente, la sección 5 contiene las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Trabajos relacionados

Un Proceso de Negocio es un conjunto de actividades que se realizan de manera coordinada para cumplir un objetivo de negocio en un contexto tecnológico y organizacional (Weske, 2007). Los BP, desde el punto de vista de la ingeniería de software, pueden ser vistos como una descripción del dominio del software y como una fuente de requisitos para el desarrollo de éste. Así, el modelado de procesos de negocio

podría considerarse como una primera etapa en la especificación de requisitos de software (Liew, Kontogiannis, & Tong, 2004).

Los lenguajes más usados para el modelado de BP son UML y BPMN, siendo este último el más utilizado en la industria por lo que es ampliamente reconocido como el estándar *de facto* para el modelado de BP (Harmon & Wolf, 2011; Recker, 2010). BPMN ha demostrado una gran expresividad, que además puede ser extendida para dar cabida a nuevos aspectos relacionados con los BP. Entre las extensiones propuestas en la literatura se pueden mencionar algunas orientadas a: expresar algunas necesidades de los clientes, tales como tiempo, costo y fiabilidad (Saeedi, Zhao, & Falcone Sampaio, 2010), especificar propiedades no funcionales como desempeño y fiabilidad (Bocciarelli & D'Ambrogio, 2011), modelar requisitos de seguridad en BP (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007a), representar explícitamente restricciones legales (Goldner & Papproth, 2011), analizar el desempeño de los procesos de negocio (Lodhi, Veit, & Saake, 2011) y expresar requisitos de calidad de datos (Rodríguez et al., 2012), entre otras.

En particular, la representación de requisitos de DQ en modelos procesos de negocio no había sido abordada hasta (Rodríguez et al., 2012). La calidad de datos ha sido definida como un concepto multidimensional, dependiente del contexto y que representa el hecho que los datos sean “*apropiados para el uso*” (Strong, Lee, & Wang, 1997; Wang & Strong, 1996). Esto último enfatiza la idea de que son los usuarios quienes deciden si los datos son útiles o no. En la literatura pocos trabajos han estudiado la especificación temprana de aspectos de DQ en BP, en especial en las etapas de modelado y diseño de BP. En la Tabla 1 se muestra un resumen de algunos trabajos en los que se ha abordado el tema y sus respectivas propuestas.

En el contexto de los SI, la representación temprana de requisitos de DQ en BP puede tener una importante repercusión para la definición de los requisitos de software. Es así como en (Liew et al., 2004) se propone un marco de trabajo que genera artefactos UML (casos de uso, diagramas de colaboración y despliegue) desde modelos de BP usando BPMN. Los autores introducen una notación adicional en BPMN a partir de la cual es posible extraer datos y patrones que permiten guiar el diseño del software. En (Coskuncay, Aysolmaz, Demirors, Bilen, & Dogani, 2010) se presenta una propuesta (que incluye dos notaciones, un proceso y una herramienta) que permite la ejecución simultánea del modelado de BP y el análisis de requisitos para el desarrollo de software. A partir del modelo de BP se generan requisitos de software en lenguaje natural. Otro trabajo, (Rodríguez et al., 2007b), propone una transformación desde modelos de BP con requisitos de seguridad hacia casos de uso. Esta transformación se realiza usando un conjunto de reglas QVT (Object Management Group, 2004), listas de control y reglas de refinamiento. Por último, en (Caro et al., 2012), se propone la generación de casos de uso que representan requisitos de DQ desde modelos de BP extendidos para representar requisitos de DQ. Estos dos últimos trabajos constituyen la motivación y fundamento para la propuesta presentada en este artículo, tal como se describe en la siguiente sección.

Tabla 1 – Trabajos que abordan la especificación temprana de requisitos de DQ en BP

| Autores                                             | Propuesta                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>(Bringel, Caetano, &amp; Tribolet, 2004)</i>     | Patrón de BP para asegurar la DQ en una organización, reusable en distintos escenarios. Se definen dimensiones de DQ asociadas a las entidades de información, con diversos significados dependiendo de la vista del negocio y de diferentes dimensiones organizacionales. |
| <i>(Bagchi, Bai, &amp; Kalagnanam, 2006)</i>        | Marco de trabajo para el modelado de BP considerando la estimación y gestión cuantitativa de DQ en los SI. Basado en el flujo del BP se estiman errores que surgen de la transacción de datos y el impacto de su propagación.                                              |
| <i>(el Abed, 2009)</i>                              | Marco de trabajo que describe una metodología, procesos y roles, para lograr el máximo valor de negocio. El objetivo es la mejora continua de los BP mediante el uso de reglas de negocio que representan requisitos de DQ.                                                |
| <i>(Soffer, 2010)</i>                               | Explora la inexactitud de los datos y sus potenciales consecuencias. Se proveen las bases para generar BP que eviten problemas de inexactitud.                                                                                                                             |
| <i>(Heravizadeh, Mending, &amp; Rosemann, 2009)</i> | Marco de trabajo que identifica atributos de calidad en BP basado en cuatro dimensiones. Entre ellas la dimensión de “ <i>calidad de objetos de entrada y salida</i> ” para la cual se identifican once atributos de DQ.                                                   |

### 3. BPiDQ\*: Un método para la obtención de requisitos de software centrados en DQ desde especificaciones de BP.

El objetivo de BPiDQ\* es soportar la especificación temprana de requisitos de DQ en BP y, a partir de dicha especificación, obtener requisitos de software centrados en la DQ, expresados como casos de uso. En la Figura 1, en color gris, se resume el conjunto de elementos que forman parte esta propuesta. Concretamente, en la parte central se muestra el nuevo método BPiDQ\*, con sus cuatro etapas, la extensión dqBP que permite agregar requisitos de DQ en modelos de BP descritos con BPMN, repositorios tanto para las actividades de calidad de datos como para los casos de uso dedicados a representar los requisitos de calidad de datos y, finalmente, los casos de uso que se derivan de la aplicación del método BPiDQ\*.

Por otro lado, esta propuesta se enmarca en el enfoque de la Arquitectura Dirigida por Modelos, promovido por OMG (Object Management Group, 2003), al lado izquierdo de la Figura 1, y en el proceso de desarrollo de software Proceso Unificado (Rational Software, 2001), al lado derecho de la misma figura. Consecuentemente, un modelo de procesos de negocio especificado con BPMN extendido con requisitos de DQ está en el nivel CIM (Computation Independent Model) y los casos de uso generados a partir de modelos de BP en el nivel PIM (Platform Independent Model). Asimismo, en el Proceso Unificado, el modelo de BP se sitúa en la etapa de descripción del “*Modelo del Negocio*” y los casos de uso en la etapa de “*Requisitos y Análisis & Diseño*”. En las subsecciones siguientes se describen los componentes que soportan el método BPiDQ\* y el detalle de las etapas que lo conforman.

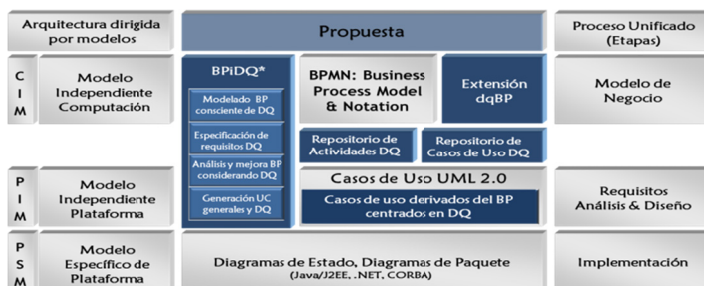


Figura 1 – Vista general de la propuesta

### 3.1. Componentes del método BPiDQ\*

Para que la aplicación del método BPiDQ\* sea posible es necesario contar con tres componentes que apoyan las etapas definidas. Estos componentes son la extensión de la notación BPMN, un conjunto de actividades relacionadas con el tratamiento de los requisitos de calidad de datos a nivel de proceso de negocio y un catálogo de casos de uso estándar que permiten abordar las especificaciones de DQ.

#### 3.1.1. La extensión dqBP

La extensión dqBP (Rodríguez et al., 2012) tiene por objetivo agregar capacidad expresiva a la notación BPMN 2.0, permitiendo la representación de requisitos de DQ en un modelo de BP. En la Figura 2 se muestra el metamodelo en que aparece la nueva clase dqFlag y el vínculo que ésta tiene con los elementos de BPMN.

Dado que BPMN es una notación en que se privilegia la representación simbólica de los distintos aspectos del negocio, se ha asociado un símbolo a la clase dqFlag que consiste en la fusión de las letras DQ ( $\mathcal{DQ}$ ). Este símbolo deberá ser usado para marcar los elementos de BPMN en los cuales es posible asociar requisitos de calidad de datos. La forma en que se representa este nuevo símbolo en conjunto con los elementos de BPMN y el significado de dicha representación se muestran en la Tabla 2.

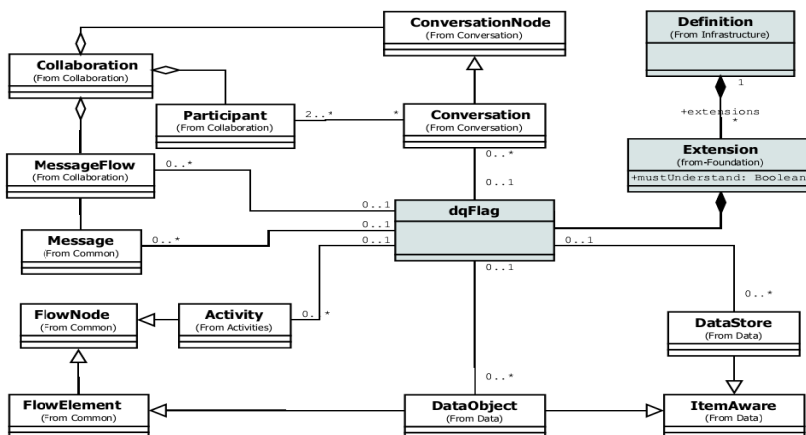
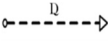


Figura 2 – Extensión de BPMN 2.0 para incluir aspectos de calidad de datos

Tabla 2 – Elementos de BPMN y la especificación de requisitos de DQ

| Vista gráfica                                                                                         | Significado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <i>Message</i>      | Representa los datos contenidos en un mensaje, los cuales deberían satisfacer ciertos requisitos de DQ necesarios para el éxito del proceso de negocio. Por ejemplo, completitud y consistencia en una receta médica enviada por el médico al paciente                                                                       |
|  <i>Message flow</i> | Representa los datos implícitos en un flujo de mensaje, los cuales deberían satisfacer ciertos requisitos de DQ. Por ejemplo, la vigencia de una autorización para una tarjeta de crédito                                                                                                                                    |
|  <i>Conversation</i> | Representa los datos que están contenidos en una conversación compuesta por un conjunto de mensajes, los cuales deberían satisfacer ciertos requisitos de calidad de datos. Por ejemplo, seguridad y exactitud en los datos intercambiados entre los clientes y una línea aérea durante la compra de los billetes del vuelo. |
|  <i>Data Object</i>  | Representa los datos que se encuentran contenidos en un objeto de datos. Estos datos deberían satisfacer ciertos requisitos de calidad de datos, como por ejemplo, completitud, consistencia y exactitud de los datos (nombre, dirección) necesarios para entregar un paquete a un cliente.                                  |
|  <i>Data Store</i>   | Representa los datos contenidos en una base de datos, los cuales deberían satisfacer ciertos requisitos de calidad de datos, como por ejemplo, completitud de los datos actualizados acerca de una venta de productos.                                                                                                       |
|  <i>Activity</i>     | Representa los datos que son usados y/o producidos en una actividad. Estos datos deberían satisfacer ciertos requisitos de calidad de datos como por ejemplo, precisión y exactitud acerca de los presupuestos de gastos generados como salida de la actividad.                                                              |

### 3.1.2. El repositorio de actividades de DQ

El segundo componente es un repositorio que contiene actividades en el nivel de BP orientadas a satisfacer requisitos de DQ. Un requisito de calidad de datos expresado en el modelo de BP con el símbolo  $\mathcal{DQ}$  (DQ-Flag) puede estar compuesto por una o más dimensiones de DQ. Cada una de las dimensiones de DQ se asocia a un conjunto de actividades de DQ contenidas en el repositorio. En la Tabla 3 se muestran, a modo de ejemplo, las dimensiones de DQ exactitud, oportunidad y completitud. Para cada una de ellas se entrega una definición de acuerdo con diferentes autores, un conjunto (no completo) de actividades que se podrían incluir en el modelo de BP para la mejora del mismo, teniendo en cuenta la DQ, y algunos ejemplos de la aplicación de estas actividades en el contexto de un BP.

Tabla 3 – Dimensiones de DQ y actividades de mejora asociadas

| Dimensiones de DQ                                                                                                                                                                                                                         | Actividades de Mejora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ejemplos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Exactitud:</b> Grado en que los datos reflejan una vista del mundo real en un contexto y un proceso de negocio específico (el Abed, 2009; Heravizadeh et al., 2009; Soffer, 2010).                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el conjunto de datos que requieren exactitud.</li> <li>- Definir el dominio válido para los datos</li> <li>- Verificar los datos con el dominio correcto.</li> <li>- Verificar los datos en distintas fuentes.</li> <li>- Limpiar las bases de datos para alcanzar los niveles de exactitud requeridos.</li> <li>- Mejorar los datos hasta alcanzar la exactitud requerida</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El precio recibido por el cliente para una reserva de hotel debe ser exacto.</li> <li>- En una prescripción médica, el nombre del medicamento puede ser confrontado con el Vademecum.</li> <li>- El peso del paquete a entregar debe estar en el rango predeterminado.</li> </ul>                              |
| <b>Oportunidad:</b> Grado en que los datos están lo suficientemente actualizados y disponibles como para ser útiles en un contexto y en un proceso de negocio específico (Bringel et al., 2004; el Abed, 2009; Heravizadeh et al., 2009). | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar si el dato tiene requisitos de vigencia para una determinada tarea.</li> <li>- Para diferentes fuentes de datos, seleccionar una que provea los datos con la actualización requerida por el proceso.</li> <li>- Verificar que el dato sea entregado en el tiempo requerido.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar si los mismos datos están en diferentes fuentes dentro de la empresa, y si es así elegir aquel dato con la actualización más reciente.</li> <li>- La verificación de validez de una tarjeta de crédito, por parte de una entidad financiera, debe obtenerse antes de confirmar una venta.</li> </ul> |
| <b>Compleitud:</b> Grado en que los datos tienen todos los valores necesarios para la ejecución exitosa de un proceso de negocio en un contexto y dominio específico (Bringel et al., 2004; el Abed, 2009; Heravizadeh et al., 2009).     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificar los datos que son obligatorios</li> <li>- Verificar que todos los datos obligatorios tengan valores</li> <li>- Completar los datos obligatorios con otras fuentes de datos</li> <li>- Usar un procedimiento para forzar la entrega de todos los datos obligatorios.</li> </ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los resultados de un examen de laboratorio debe contener valores para todas las pruebas solicitadas por el médico tratante.</li> <li>- Para entregar un paquete, los datos relacionados con la dirección e identificación del cliente deben estar completos.</li> </ul>                                        |

### 3.1.3. Repositorio de casos de uso de DQ

El tercer componente del método es un repositorio que contiene los casos de uso estándar para cada dimensión de DQ que puede ser especificada como requisito de DQ en un BP. Estos casos de uso estándar han sido definidos en base a (i) la definición de cada dimensión de DQ, (ii) el conjunto de actividades que serán realizadas en función de los requisitos especificados (repositorio de actividades de DQ) y (iii) el conocimiento extraído de la literatura y de la experiencia de desarrolladores. En la Figura 3 se muestran algunos ejemplos de casos de uso estándar para las dimensiones de DQ exactitud y completitud.

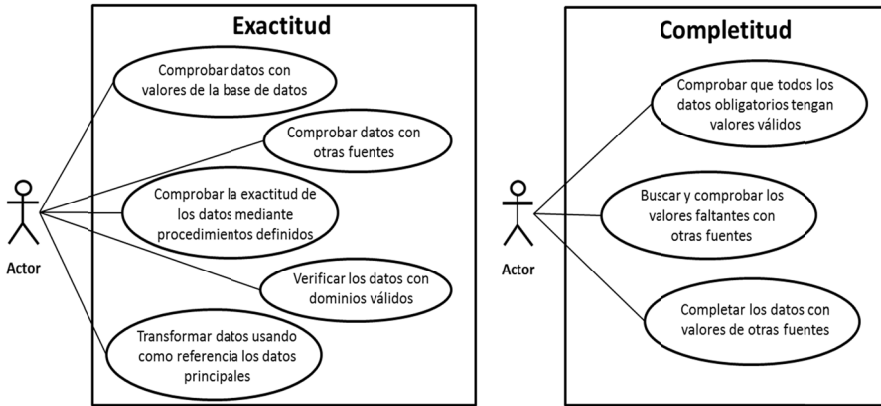


Figura 3 – Ejemplos de casos de uso estándar

Basados en estos casos de uso estándar de DQ, los trabajadores deberán hacer los ajustes necesarios de acuerdo a las características propias del BP y relacionarlos con los otros casos de uso obtenidos desde el BP propiamente dicho.

### 3.2 Etapas del método BPiDQ\*

En las subsecciones siguientes se describen en detalle cada una de las etapas que componen el método BPiDQ\*. Como se dijo anteriormente, el método sólo varía de la propuesta original (Caro et al., 2012) en las dos últimas, que es cuando se pone énfasis en la obtención de artefactos útiles para el desarrollo de software. En la Figura 4 se muestra una vista completa del método BPiDQ\*.

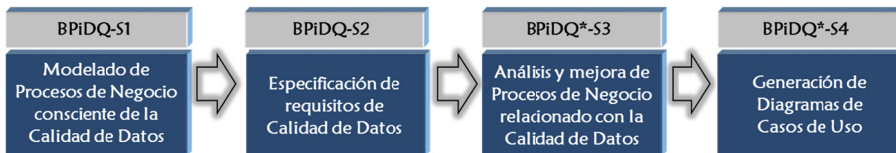


Figura 4 – Las cuatro etapas del método BPiDQ\*

En la Tabla 4 se muestra, en forma resumida, cada una de las etapas del método indicando las entradas, los trabajadores que participan, las herramientas que se utilizan y las salidas que se generan.

Tabla 4 – Resumen de las etapas de BPiDQ\*

|                     | BPiDQ-S1                              | BPiDQ-S2                                                  | BPiDQ*-S3                                                     | BPiDQ*-S4                                              |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Entradas</b>     | - Modelo BP                           | - Modelo de BP con DQ-Flags                               | - Modelo BP con DQ-Flags<br>- Detalle de requisitos DQ        | - Modelo BP con actividades DQ agregadas               |
| <b>Trabajadores</b> | - Experto del Negocio/<br>Analista BP | - Analista BP<br>- Experto DQ                             | - Diseñador BP<br>- Experto DQ                                | - Analista de sistemas<br>- Experto DQ                 |
| <b>Herramientas</b> | - BPMN 2.0 extendido con dqBP         | - BPMN 2.0 extendido con dqBP                             | - BPMN 2.0 extendido con dqBP<br>- Repositorio Actividades DQ | - Casos de uso UML<br>- Repositorio de Casos de uso DQ |
| <b>Salidas</b>      | - Modelo de BP con DQ-Flags           | - Modelo de BP con DQ-Flags<br>- Detalle de requisitos DQ | - Modelo BP con actividades DQ agregadas                      | - Diagramas de casos de uso del sistema                |

### 3.2.1 Etapa 1: Modelado de procesos de negocio consciente de la calidad de datos

Esta etapa está dedicada a la captura temprana de requisitos de DQ, los que son representados en un modelo de BP a nivel descriptivo de BPMN (Silver, 2009). Durante el modelado se incorporan marcas (DQ-Flags) donde se estime que la calidad de los datos involucrados en el BP es relevante para el éxito del negocio. Los elementos de entrada de esta etapa son el estándar BPMN y la extensión que permite incluir requisitos de DQ. Los trabajadores de esta etapa son el experto del negocio y/o el analista de procesos de negocio, quienes tienen la responsabilidad de definir las necesidades del negocio y, desde esa perspectiva, la importancia que tiene la DQ para el desempeño del mismo. El resultado de esta etapa es una descripción del proceso de negocio en la cual se han incluido marcas (DQ-Flags) que denotan el interés de los expertos del negocio por profundizar en la definición de los requisitos de DQ que son importantes para el buen desempeño del proceso de negocio. Junto con ello, también se deben identificar los elementos de datos involucrados en las marcas y una estimación del nivel de influencia (baja, media o alta) que tienen los datos asociados a esas marcas en el desempeño total del BP.

### 3.2.2 Etapa 2: Especificación de requisitos de calidad de datos

El principal objetivo de esta etapa es obtener una especificación detallada de los requisitos de DQ definidos en el proceso de negocio. El único elemento de entrada en esta etapa es el modelo de BP con requisitos de DQ (DQ-Flags). Los trabajadores involucrados en esta etapa son el analista de procesos de negocio y el experto en calidad de datos. Estos trabajadores determinan el conjunto final de DQ-Flags y especifican en forma detallada los requisitos de DQ asociados a cada uno de ellos. Las salidas de esta etapa son (i) el modelo del BP con requisitos de DQ (DQ-Flags) y (ii) para cada DQ-Flag, una especificación detallada que contiene: el elemento del BP en que se ha puesto el DQ-Flag, la importancia del requisito de DQ en el BP (alta, media o baja), la probabilidad de ejecución de la actividad asociada a la especificación del requisito de DQ, las dimensiones de DQ asociadas, la sobrecarga para el BP debido a la

incorporación de nuevas actividades asociadas a las dimensiones de DQ, el nombre del elemento de dato involucrado en el requisito de DQ, su descripción, medio de soporte y origen.

### **3.2.3 Etapa 3: Análisis y mejora de Procesos de Negocio relacionado con la Calidad de Datos**

En esta etapa se analiza y deciden las mejoras que se pueden hacer al modelo del BP teniendo en cuenta los requisitos de DQ especificados. Esta etapa ha variado respecto de la primera versión del método ya que originalmente estaba centrada en mejorar el modelo del BP en sí mismo (reorganización de actividades, inclusión de nuevas actividades, ajuste de los flujos de ejecución, etc.). No obstante, en la versión BPiDQ\* sólo se ha considerado la introducción de las nuevas actividades relacionadas con las dimensiones de DQ derivadas de la especificación de los requisitos de DQ. Las entradas en esta etapa son: la descripción del BP con especificaciones de calidad de datos (DQ-Flags), un detalle de las especificaciones de DQ del BP y un repositorio con las actividades que se relacionan con las dimensiones de DQ. Los trabajadores involucrados en esta etapa son el diseñador de procesos de negocio y el experto en DQ. Las dimensiones de DQ son utilizadas para seleccionar el conjunto de actividades de DQ que se deberán agregar a la descripción del proceso de negocio. El resultado de esta etapa es una descripción del proceso de negocio en la cual se han incluido nuevas actividades que consideran los requisitos de DQ.

### **3.2.4 Etapa 4: Generación de Diagramas de Casos de Uso**

Esta etapa también ha sido modificada respecto del método original, ya que ahora no sólo se generan los casos de uso relacionados con DQ (obtenidos desde el repositorio de casos de uso estándar de DQ) sino que también se obtendrán casos de uso generales que se corresponden con el resto de los requisitos representados en el BP y que posteriormente serán implementados como parte del sistema de información. Para ello se ha tenido en cuenta una propuesta que permite obtener casos de uso desde la descripción de un BP (Rodríguez et al., 2007b). Las entradas de esta etapa son: la descripción del BP con las actividades de calidad de datos agregadas en la etapa anterior y un repositorio con los casos de uso estándar que se relacionan la DQ. Los trabajadores involucrados en esta etapa son el analista de sistemas y el experto en calidad de datos. Las actividades relacionadas con calidad de datos se usan para seleccionar el conjunto de casos de uso de DQ estándar y el resto de los casos de uso se obtienen en forma directa desde la descripción del BP. El resultado de esta etapa es un conjunto de casos de uso que pueden ser usados en un proceso de desarrollo de software. Los casos de uso estándar no tienen asociados actores específicos debiendo ser integrados con los casos de uso que representan las actividades del BP (que representan todos los requisitos de la aplicación que soportará el BP). De manera que los casos de uso relacionados con las dimensiones de DQ serán considerados como casos de uso «*include*».

## 4. Ejemplo ilustrativo

Para ejemplificar esta propuesta se ha considerado un proceso de negocio que describe el pago y la entrega de un pedido de productos. El proceso comienza con el pago de los productos. El pago se puede realizar de dos formas diferentes: con tarjeta de crédito o con efectivo (o cheque). Si el pago es realizado mediante tarjeta de crédito, es necesario pedir una autorización para la tarjeta de crédito a una «Institución Financiera». Si la autorización es rechazada, el pago con la tarjeta de crédito no será posible y el proceso finaliza. Por el contrario, si el pago con tarjeta de crédito es autorizado o si el pago es realizado en efectivo (o cheque), el «Departamento de Distribución» prepara el paquete y lo envía al cliente, después de lo cual el proceso termina. En la Figura 5 se muestra el BP descrito usando BPMN y la extensión para representar DQ. A continuación se describe, etapa por etapa, la forma en que se ha aplicado el método BPiDQ\*.

En la primera etapa, (*BPiDQ-S1: Modelado de Procesos de Negocio consciente de la Calidad de Datos*), los expertos del negocio y/o analista del negocio identifican los elementos de BPMN en el modelo del BP que necesitan mayor atención en cuanto a calidad de datos para lograr el éxito del proceso. Ellos marcarán cada uno de esos elementos mediante el símbolo gráfico . En el ejemplo ilustrativo, se incluyeron dos marcas (DQ-Flags). La primera, denominada DQFlag1 (el número de secuencia asignado a la marca obedece a la lectura del modelo de arriba a abajo y de izquierda a derecha), fue asociada con el Data Object de entrada a la actividad “*Entregar el paquete al Cliente*” (ver Figura 5). Este Data Object contiene el elemento de datos denominado “*Orden de Entrega*” que contiene la información del cliente necesaria para hacer la entrega del paquete (identificación, dirección). La segunda marca, denominada DQFlag2, fue asociada al elemento de BPMN Message Flow que va desde el pool «Institución Financiera» hasta el lane «Ventas». Este Message Flow contiene un mensaje con la respuesta de la «Institución Financiera» a la solicitud de aprobación o rechazo del pago con tarjeta de crédito. La salida de esta etapa es el modelo del BP enriquecido con las marcas asociadas a los requisitos de DQ (DQ-Flags).

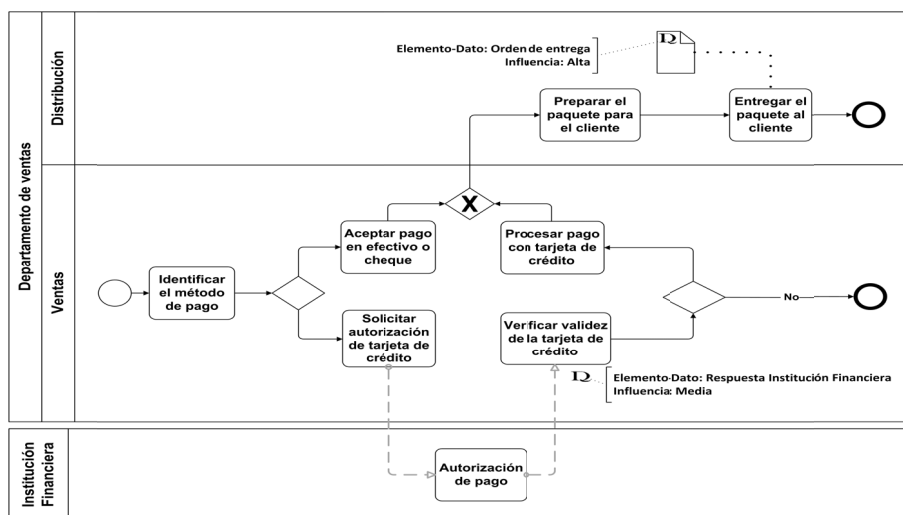


Figura 5 – Ejemplo Ilustrativo: Modelo BPMN con DQ-Flags

En la segunda etapa, (*BPiDQ-S2: Especificación de requisitos de Calidad de Datos*), los trabajadores (analista de BP y experto de DQ) registran información acerca del BP y de los DQ-Flags. Por cada uno de los DQ-Flags los trabajadores deben especificar los requisitos de DQ en forma más detallada (dimensiones de DQ y su importancia). El requisito de DQ que se ha marcado en la “*Orden de Entrega*” involucra dos dimensiones de DQ: exactitud y completitud. Por otro lado, para el DQFlag2 se define sólo la dimensión de DQ actualidad. Adicionalmente, para los dos DQ-Flags se obtienen o calculan la probabilidad de ejecución y la sobrecarga que implica la agregación de actividades al BP. En la Tabla 5 se muestra el detalle de las especificaciones realizadas por cada DQ-Flag. Tomando en cuenta la información disponible, los trabajadores de esta etapa, decidirán el conjunto definitivo de dimensiones de DQ para los elementos de datos en cada DQ-Flag. En el ejemplo ilustrativo el DQFlag1 (asociado a la “*Orden de Entrega*” en el Data Object) tiene un alto impacto en el éxito del BP. La probabilidad de ejecución de la actividad con que se relaciona el DQFlag1 es de un 75% (tomando en cuenta las bifurcaciones previas y considerando que algunas veces la actividad puede no ejecutarse). La sobrecarga calculada es de 25% porque para poder satisfacer los requisitos de DQ se deben incluir dos actividades nuevas (ver en la Figura 6, en el lane «Distribución», las actividades nuevas en color gris). Por su parte el DQFlag2 tiene un impacto medio en el éxito del BP. La probabilidad de solicitar la autorización de pago es del 50% porque cuando no se paga con tarjeta de crédito la actividad relacionada con el DQ-Flag no es ejecutada. La sobrecarga para este DQ-Flag es de 12.5% porque para satisfacer las dimensiones de DQ se debe incluir sólo una nueva actividad en el proceso (ver en la Figura 6, en el lane «Ventas», la nueva actividad en color gris).

Tabla 5 – Detalle de las especificadores para cada requisito de DQ

| Especificación de DQFlag-1 |                                 |                                | Especificación de DQFlag-2 |                                 |                                        |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| Elemento de BPMN           |                                 | Data Object                    | Elemento de BPMN           |                                 | MessageFlow                            |
| Influencia sobre el BP     |                                 | Alta                           | Influencia sobre el BP     |                                 | Media                                  |
| Probabilidad de Ejecución  |                                 | 75%                            | Probabilidad de Ejecución  |                                 | 50%                                    |
| Sobrecarga del BP          |                                 | 2/8*100=25%                    | Sobrecarga del BP          |                                 | 1/8 * 100 = 12.5%                      |
| Requisitos DQ              | Elemento de Dato                |                                | Requisitos DQ              | Elemento de Dato                |                                        |
|                            | Nombre                          | Orden de Entrega               |                            | Nombre                          | Respuesta de la institución financiera |
|                            | Descripción                     | Nombre y dirección del cliente |                            | Descripción                     | Aprobación/rechazo del pago            |
|                            | Medio soporte                   | Electrónico                    |                            | Medio soporte                   | Electrónico                            |
|                            | Origen                          | Interno                        |                            | Origen                          | Interno                                |
|                            | Dimensiones de Calidad de Datos |                                |                            | Dimensiones de Calidad de Datos |                                        |
|                            | Exactitud                       | Alta                           |                            | Actualidad                      | Alta                                   |
|                            | Completitud                     | Media                          |                            |                                 |                                        |

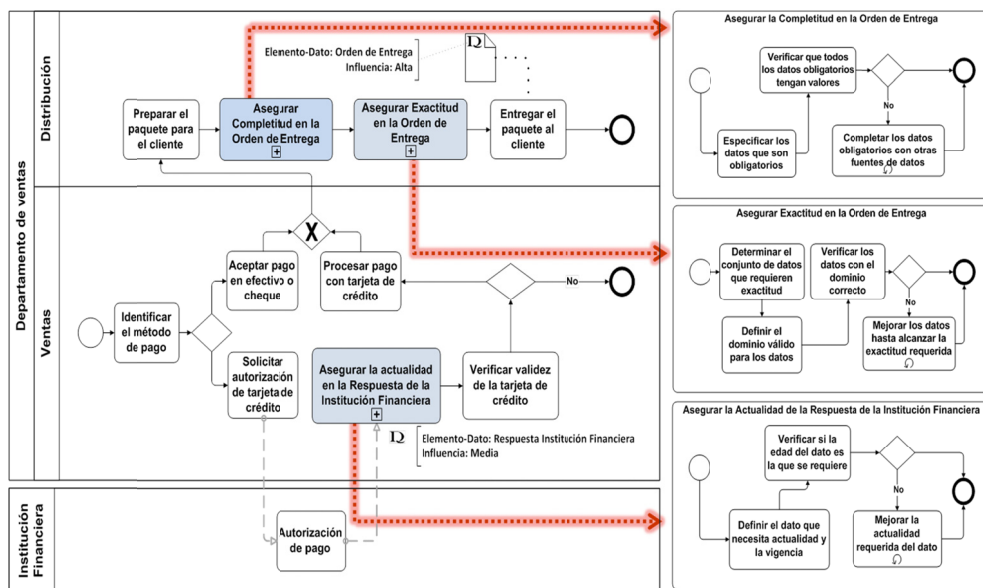


Figura 6. Modelo de BP mejorado con nuevas actividades de DQ

En la tercera etapa, (BPiDQ\*-S3: *Análisis y mejora del Proceso de Negocio relacionado con la Calidad de Datos*), el diseñador de BP y el experto de DQ deben decidir cuál es el conjunto final de dimensiones de DQ que será considerado para cada requisito de DQ especificado. Luego, para cada dimensión de DQ se seleccionarán las actividades más adecuadas al BP las que serán extraídas desde el repositorio de actividades de DQ. En el ejemplo, se han agregado tres actividades de mejora (lado izquierdo de la Figura 6 en oscuro) que se presentan en el BP en forma colapsada y cuya representación detallada se puede observar a la derecha de la Figura 6.

Finalmente, en la cuarta y última etapa, (BPiDQ\*-S4: *Generación de Diagramas de Casos de Uso*), el analista de sistemas y el experto de DQ deberán analizar los casos de uso generados en forma automática desde la descripción del proceso de negocio. Estos casos de uso deberán servir de base para la elaboración de los casos de uso definitivos que serán utilizados en la construcción del software. En la Figura 7. Se muestra el diagrama de casos de uso derivado del BP. En gris se han marcado aquellos casos de uso que se relacionan directamente con las especificaciones de requisitos de DQ y que han sido derivados desde el modelo de BP.

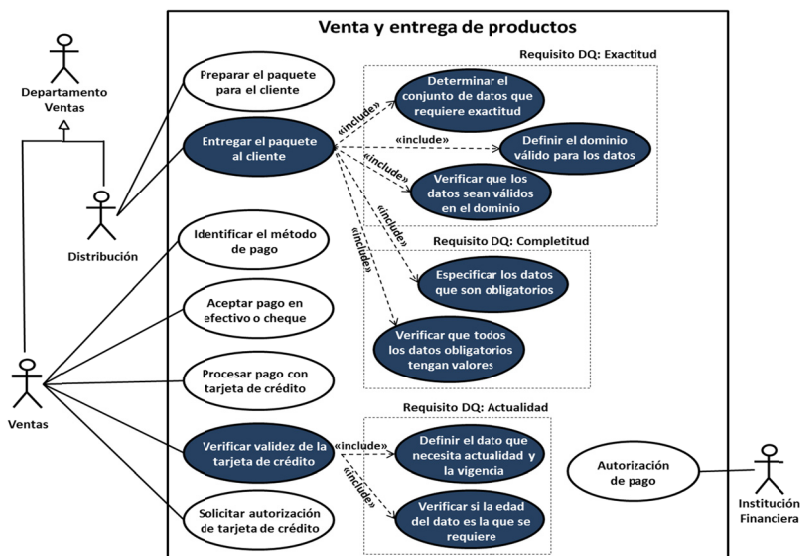


Figura 7. Casos de uso derivados del BP mejorado

## 5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado el método BPiDQ\* cuyo objetivo es generar casos de uso centrados en la DQ a partir de modelos de BP descritos en BPMN. Esta propuesta, tiene como propósito cubrir dos necesidades del campo de los sistemas de información. En primer lugar, la obtención de artefactos útiles para el desarrollo de software a partir de modelos de BP. Y en segundo lugar, la necesidad de especificar tempranamente requisitos de DQ para un sistema de información.

Como trabajo futuro se planea a corto plazo la implementación de una herramienta que soporte la aplicación del método y que, por tanto, facilite su uso por parte de los distintos trabajadores involucrados. Asimismo, se realizarán casos de estudio que permitan ajustar y mejorar el método.

## 6. Agradecimientos

Proyecto (MECESUP-UBB0704) orientado al Fortalecimiento de Núcleos Académicos en Programas de Postgrado en la Universidad del Bío-Bío.

## 7. Referencias

Bagchi, S., Bai, X., & Kalagnanam, J. (2006). Data quality management using business process modeling.

- Bocciarelli, Paolo , & D'Ambrogio, Andrea. (2011). A BPMN extension for modeling non functional properties of business processes. Paper presented at the Proceedings of the 2011 Symposium on Theory of Modeling & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium, Boston, Massachusetts.
- Bringel, H., Caetano, A., & Tribolet, J. (2004, April 14-17, 2004 ). Business Process Modeling Towards Data Quality Assurance. Paper presented at the 6th International Conference on Enterprise Information Systems, Porto, Portugal.
- Caro, Angelica, Rodriguez, Alfonso, Cappiello, Cinzia, & Caballero, Ismael. (2012). Designing Business Processes able to satisfy Data Quality Requirements. Paper presented at the 17th International Conference on Information Quality (ICIQ), Paris, France.
- Coskuncay, Ahmet, Aysolmaz, Banu, Demirors, Onur, Bilen, Omer, & Dogani, Idris. (2010). Bridging the gap between business process modeling and software requirements analysis: A case study Paper presented at the Proceedings of MCIS 2010. Paper 20.
- el Abed, W. (2009). Data Governance: A Business Value-Driven Approach.
- Goldner, Sascha, & Papproth, Alf. (2011). Extending the BPMN Syntax for Requirements Management. Paper presented at the Business Process Model and Notation.
- Harmon, Paul, & Wolf, Celia. (2011). Business Process Modeling Survey. Business Process Trends (<http://www.bptrends.com/>). <http://www.bptrends.com/>
- Heravizadeh, M., Mendling, J., & Rosemann, M. (2009). Dimensions of business processes quality (QoBP).
- Liew, P., Kontogiannis, K., & Tong, T. (2004, 17-19 Sept. 2005). A framework for business model driven development. Paper presented at the Software Technology and Engineering Practice, 2004. STEP 2004. The 12th International Workshop on.
- Lodhi, Azeem, Veit, Köppen, & Saake, Gunter. (2011). An Extension of BPMN Meta-model for Evaluation of Business Processes. J. Riga Technical University, 43, 27-34.
- Object Management Group. (2004). Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification.
- Object Management Group. (2007). Unified Modeling Language: Superstructure Version 2.1.1 (formal/2007-02-05), .
- Object Management Group. (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.
- Recker, J. (2010). Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN. Business Process Management Journal, 16(1), 181-201.
- Redman, Thomas. (2008). Data Driven: Harvard Business School Press.

- Rodríguez, Alfonso, Caro, Angelica, Cappiello, Cinzia, & Caballero, Ismael. (2012). A BPMN extension for including data quality requirements in business process modeling. Paper presented at the 4th International Workshop on the Business Process Model and Notation, Vienna, Austria.
- Rodríguez, Alfonso, Fernández-Medina, Eduardo, & Piattini, Mario. (2007a). A BPMN extension for the modeling of Security Requirements in Business Processes. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 90(4), 745-752.
- Rodríguez, Alfonso, Fernández-Medina, Eduardo, & Piattini, Mario. (2007b). Towards CIM to PIM transformation: from Secure Business Processes defined by BPMN to Use Cases. Paper presented at the 5<sup>o</sup> International Conference on Business Process Management (BPM), Brisbane, Australia.
- Saeedi, Kawther , Zhao, Liping, & Falcone Sampaio, Pedro R. . (2010). Extending BPMN for Supporting Customer-Facing Service Quality Requirements. Paper presented at the Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Web Services
- Silver, Bruce. (2009). *BPMN Method & Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0*: Cody-Cassidy Press.
- Soffer, P. (2010). Mirror, mirror on the wall, can i count on you at all? exploring data inaccuracy in business processes. *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, 14-25.
- Strong, Diane, Lee, Yang, & Wang, Richard. (1997). Data Quality in Context. *Communications of the ACM*, Vol. 40, N<sup>o</sup> 5, 103 -110.
- Wang, R., & Strong, D. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*; Armonk; Spring, 12(4), 5-33.
- Weske, Mathias. (2007). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures* ( ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

# Caracterización de un modelo de sistema de información interorganizacional para el sector de la edificación domótica

Antonio Pereira-Rama<sup>1</sup>, Julián Chaparro-Peláez<sup>1</sup>, Ángel Francisco Agudo-Peregrina<sup>1</sup>

antonio.pereira.rama@alumnos.upm.es, julian.chaparro@upm.es, af.agudo@upm.es

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística, Universidad Politécnica de Madrid, 28040, Madrid, España.

DOI: 10.4304/risti.10.81-96

**Resumen:** El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos con grandes repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico y, sin embargo, carece de una regulación acorde. La imparable evolución de las TIC y la cultura de la competencia han provocado la aparición de nuevos servicios y operadores. Por ello, el presente estudio, basado en un trabajo de investigación empírico, propone la caracterización de un sistema de información interorganizacional (SIIO) entre los diversos agentes que configuran la cadena de valor del sector de la edificación. El objetivo es la mejora de gestión en las interrelaciones entre los diferentes agentes de cara a abordar proyectos de edificación más complejos, contribuyendo, en particular, a la mejora de la calidad de la vivienda y, por tanto, a la calidad de vida de la sociedad en general.

**Palabras-clave:** Sector de la Edificación; SIIO; TIC; PYME; Domótica.

**Abstract:** The design, build and management of housing is one the largest industries in the world. The complexity of the process for managing all of information related to this industry has resulted in tremendous inefficiencies, leading to massive money and time losses. The information and knowledge gathered in one phase of the process is frequently stored in multiple locations, involves thousands of people and is rarely transferred. The rapid evolution of e-business, introduced in the past few years, offers new ways for organizations to perform tendering processes and participate in bidding. This study, based on an empirical research work, proposes an interorganizational information system (IOIS) in order to improve knowledge and value transference in the sector. The implementation of an IOIS in the construction sector as a best-practice is the last goal of this investigation.

**Key-words:** Construction; IOIS; ICT; SME; Domotic services.

## Introducción

Los problemas derivados la falta de regulación existente en el sector de la edificación son motivados generalmente por otro problema: la falta de información de los agentes que intervienen en el mismo. Esto se traduce en que proyectos de finita duración se alargan inexplicablemente; y, en otros casos, cuando las prisas apremian, se suelen realizar en menos tiempo del requerido y, por tanto, sin cumplir con los requisitos de calidad que deberían tener.

Conseguir la máxima eficiencia en el sector de la edificación, pasa, como en todos los sectores productivos, por la necesidad de optimizar todos los procesos internos que consumen recursos. Es necesario conseguir que los objetivos se cumplan, pero, a la vez, hay que poner el mayor énfasis en la tarea para que en su consecución se consuma la menor cantidad de recursos posible, es decir, hay que minimizar los costes sin que por ello disminuyan los objetivos.

Existe una clara tendencia en el sector de la edificación a mejorar la gestión de la información como herramienta para optimizar los recursos. En este sentido podemos encontrar propuestas de sistemas de comercio electrónico orientados a la colaboración e intercambio de información asociada al proyecto (Yeung et al., 2009); propuestas de sistemas de gestión de la cadena de suministro mediante Marketplaces B2B (Castro-Lacouture et al., 2007; Chung et al., 2009; Carbonell-Ureña, 2012); y propuestas de sistemas para la gestión de información en el hogar y el soporte a su mantenimiento, como la tecnología BIM (*Building Information Modelling*) el formato IFC (*Industry Foundation Classes*) y su asociación a los sistemas CAD (Vanlande et al., 2008; Shin et al., 2008; Jeong et al., 2009).

Es por ello que un sistema de información interorganizacional (SIIO) que controle el flujo de información entre sus diferentes agentes integrantes no sólo permitirá sufragar estas lagunas, sino que además fomentará la colaboración y especialización de agentes y un seguimiento del proyecto más interactivo.

## Marco teórico

La complejidad del entorno actual obliga a las empresas del sector de la edificación a adaptarse rápidamente para sobrevivir en el mercado. En especial, para las PYMEs, que muchas veces carecen de los recursos necesarios para enfrentarse a estos retos, surgen *nuevas necesidades de cooperación e intercambio de información entre organizaciones*.

## Los retos actuales del sector de la edificación

El sector de la edificación ha experimentado una *caída considerable* en los últimos años. La retracción del mercado ha producido que se ralentice el ritmo de la edificación, ritmo que hasta el momento era frenético y que empleaba a miles de trabajadores. Sin embargo, esta retracción ha estado contenida, en parte, motivada por la existencia de muchas *PYMEs* que, gracias a su *flexibilidad*, han sabido y podido adecuarse mejor que las grandes empresas a los reajustes del mercado inmobiliario. En concreto, muchas de estas PYMEs *se han especializado* en la construcción de viviendas unifamiliares, restauraciones o reformas integrales (BIC-GALICIA, 2010), existiendo

una importante apuesta por aplicar la domótica a las viviendas y mejora de las instalaciones, así como la utilización de energías renovables y uso de materiales geotérmicos, que se configuran como aspectos claves para recuperación del sector (Cinza-Cabarcos, 2008).

Una *vivienda domótica* es aquella que permite una mayor calidad de vida a través de la tecnología, ofreciendo una reducción del trabajo doméstico, un aumento del bienestar y de la seguridad de sus habitantes, y una racionalización de los distintos consumos. En la actualidad, las familias necesitan vivir en entornos más flexibles para compaginar, de la mejor forma posible, sus tareas domésticas con otras áreas de su vida, como el campo profesional o el del ocio, lo cual permite concebir el hogar como un hogar evolucionado para la prestación de servicios de valor añadido, y, en definitiva, surge el concepto de hogar digital (Telefónica, 2004). Por tanto, el *desarrollo del mercado de la domótica* no es un problema tecnológico sino básicamente una cuestión de *servicios y modelos de negocio* que permitan ofrecer estos servicios a un precio asequible (Castro-González, 2008).

La actividad de la edificación posee características especiales y únicas entre todas los distintos tipos de industrias. Cada edificación es única y diferente, en el sentido de que representa un esfuerzo especialmente dirigido a desarrollar un proyecto concreto. En este esfuerzo, es necesario primero concebir claramente el objetivo para diseñar el proyecto de una manera detallada y práctica, posteriormente se construyen los elementos diseñados y finalmente se ponen en funcionamiento. Cuanto más servicios avanzados se incorporen, como los que ofrece la domótica, *más complejo será este proyecto* y contará con la participación de un mayor número de agentes, con la consiguiente dificultad en su *correcta coordinación para conseguir los objetivos deseados* optimizando los recursos disponibles (Chung et al., Kumaraswamy & Palaneeswaran, 2009).

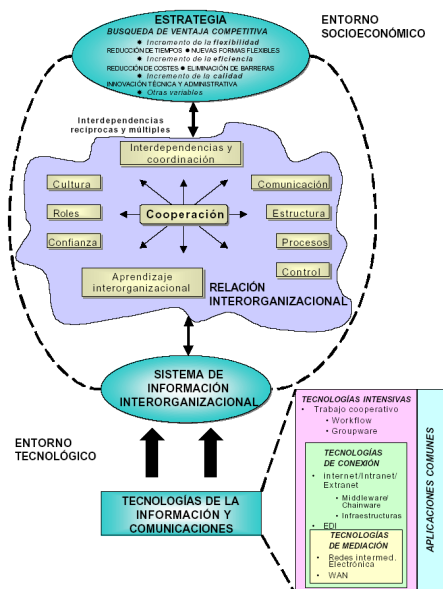
### **La cooperación organizativa y el SIIO**

Las *relaciones interorganizativas* constituyen un fenómeno que está adquiriendo mayor importancia y en el que cada vez se están involucrando un mayor número de organizaciones de distinta naturaleza. Las razones de la *cooperación* se encuentran, principalmente, en la turbulencia del entorno competitivo, caracterizado por un alto grado de dinamismo tecnológico y por la internacionalización y globalización de la economía. Por tanto, la cooperación constituye una de las fórmulas más dinámicas para conseguir la masa crítica necesaria para que la PYME, a pesar de su pequeño tamaño relativo, pueda resultar competitiva e, integrada en las redes tecnológicas, pueda acceder a los mercados exteriores sin elevado riesgo y con un coste soportable (Lockett & Brown, 2006).

Los *sistemas de información* alcanzan actualmente un alto grado de penetración en los procesos internos de las empresas, facilitando los intercambios de información incluso con otras empresas. En este entorno surgen los sistemas de información interorganizacionales (SIIO) (Orero-Giménez & Criado-Fernández, 1999).

Los SIIOs representan la transición de la *competencia* entre empresas a la *cooperación* entre empresas. A medida que las organizaciones tienden a relaciones económicas de cooperación, las TIC y los SIIOs desempeñan un papel que permite que la transición

sea posible. Por tanto, el SIIO puede verse como la interfase para la interacción entre las TIC y la relación interorganizacional. Sin embargo, los argumentos racionales y económicos, junto con la factibilidad técnica, no son suficientes para consumir la alianza de colaboración, siendo necesario considerar aspectos sociopolíticos, tales como la “química personal” e interacción entre directivos de las organizaciones, y la compatibilidad entre las propias organizaciones en aspectos culturales, filosóficos y estratégicos, que determinan, en su conjunto, si la alianza se hará efectiva y madurará. El modelo de caracterización propuesto a continuación refleja la relación cooperativa entre organizaciones (Orero-Giménez & Criado-Fernández, 1999).



Fuente: Orero Giménez y Criado Fernández, 1999

Figura 1 – Modelo de caracterización de un SIIO

De esta interfase entre la relación interorganizacional y las TIC se derivan las dimensiones de un SIIO que resumimos brevemente a continuación:

- **Dimensión estratégica:** caracteriza el potencial de los SIIOs como fuente de ventajas competitivas.
- **Dimensión colaborativa:** potencia los canales de comunicación entre empresas y los SI que alimentan el proceso de toma de decisiones.
- **Dimensión organizativa:** desde la perspectiva de organización global e implica caracterizar las interdependencias entre participantes.
- **Dimensión tecnológica:** caracteriza las funcionalidades de las tecnologías requeridas.

Criado-Fernández (2000) considera estas dimensiones para la construcción del modelo de análisis de virtualidad y potencial de virtualización (Criado-Fernández, 2000) con el que se afirma la capacidad del SIIO como posibilitador de la organización virtual y el

traslado de las ventajas competitivas proporcionadas y sustentadas por los SIIO a la organización virtual.

## Metodología

El presente estudio, basado en un trabajo de investigación, pretende proponer la *caracterización de un modelo de SIIO para el sector de la edificación domótica*.

### Propuesta de un SIIO para el sector de la edificación domótica

En los últimos años, han aparecido *muchos trabajos relacionados con la aplicación de los sistemas de comercio electrónico B2B* (White, Daniel, Ward & Wilson, 2007). En general todos los trabajos se centran en considerar una organización como orquestadora de la relación interorganizacional y la capacidad para introducir mejoras en la cadena de suministro para el aprovisionamiento de materiales para la edificación, mostrando las ventajas del modelo electrónico frente al tradicional (Castro-Lacouture, Medaglia & Skibniewski, 2007).

Derivado de las necesidades expuestas en el marco teórico y atendiendo al modelo de caracterización de un SIIO (Orero-Giménez & Criado-Fernández, 1999) proponemos, a continuación, un SIIO para el sector de la edificación domótica.

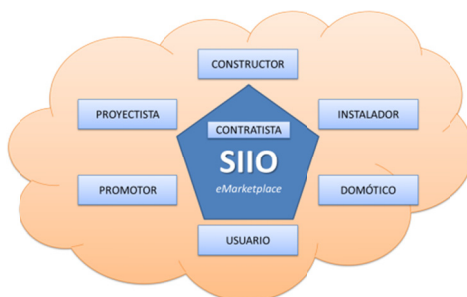
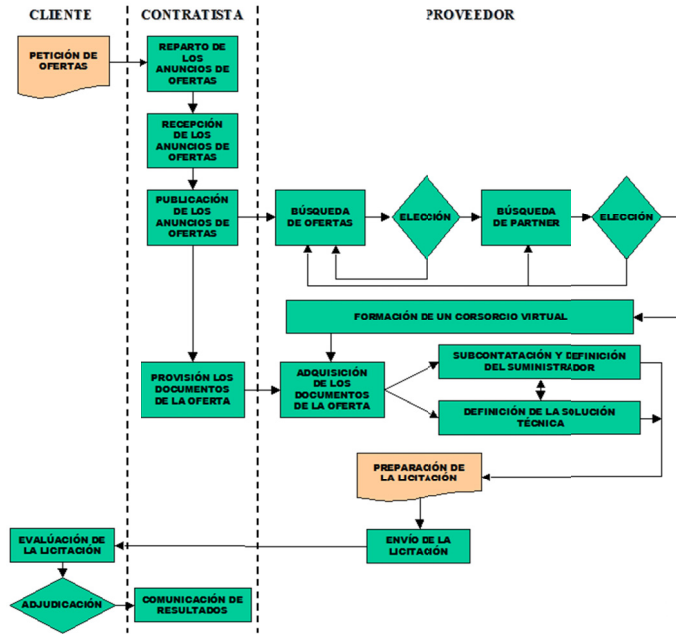


Figura 2 – SIIO para el sector de la edificación domótica

El SIIO para el sector de la edificación domótica sería un sistema de información que permita a los diferentes agentes del sector la compartición de datos (relativos a proyectos y recursos) y software; y todo ello fuera de las fronteras de la organización. El SIIO contaría con las siguientes características en cuanto a su configuración:

- Una *empresa externa* que se encargaría de la gestión, alojamiento y dimensionamiento del SIIO. Esta empresa externa bien podría ser una empresa participada por todos los agentes que componen el SIIO.
- Proporcionaría aplicaciones para complementar los sistemas de información de los agentes participantes.
- El usuario de la vivienda es también un participante del SIIO.
- El rol del contratista quedaría asumido por el SIIO, siendo necesario un replanteamiento del modelo de negocio de este agente.

Atendiendo a la *dimensión estratégica* se propone la gestión virtual de los procesos de oferta y demanda en el sector de la edificación considerando tres roles principales (Kerridge, Halaris & Mentzas, 2000): cliente, contratista y proveedor según se recoge en la Figura 3.



Fuente: Adaptado de Kerridge et al., 2000

Figura 3 – Procesos de oferta y demanda en el sector de la edificación

La gestión virtual de los procesos de oferta y demanda permite pensar en la idea de que el propio SIIO facilite mecanismos electrónicos para soporte de la cadena de suministro (Carbonell-Ureña, 2012). Por tanto, la introducción de un SIIO en el sector de la edificación domótica beneficiaría a todos los miembros de la cadena de suministro, como reflejamos de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 1 – Beneficios potenciales en la cadena de suministro por la implantación de un SIIO

| Agente       | Beneficios potenciales                                                                                                           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Promotores   | Mejora de la eficiencia del proyecto<br>Reducción de los costes y posibilidades de error<br>Compresión del proceso de desarrollo |
| Proyectistas | Mejora de la comunicación y Ahorro de Tiempos<br>Incremento de la precisión y rapidez de especificación                          |
| Contratistas | Bajos costes de administración y comunicaciones<br>Ofrecimiento y eficacia de consecución<br>Ahorro de tiempos                   |

| Agente               | Beneficios potenciales                                                                                                                              |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Más control y seguridad de proyecto<br>Reafirma la comunicación en el proyecto                                                                      |
| <i>Constructores</i> | Bajo inventario y estado real de sus costes<br>Bajo coste de servicio a clientes                                                                    |
| <i>Domóticos</i>     | Reducen los costes de canal<br>Mejora el acceso a la información<br>Rentabilidad de acceso para la compra activa y especificaciones de los clientes |

Según la *dimensión colaborativa*, la utilización de las TIC en la cooperación conseguiría reducir las distancias y aumentar las interdependencias entre espacios alejados geográficamente, permitiendo extender la cadena de valor de negocio a áreas geográficas mayores (Pizarro-Moreno, Real & De la Rosa, 2011).

La *dimensión organizativa* del SIIO propuesto se basaría en un modelo de consorcio virtual que se define como una cooperación de diferentes organizaciones con capacidad de complementarse las cuales se unen usando las TIC con el objeto de realizar una propuesta, e incluso, conseguir la oportunidad de implementar un proyecto concreto (Kerridge, Halaris, & Mentzas, 2000).

Por último, la *dimensión tecnológica* es importante comentar que no existe en el mercado una solución tecnológica completa que satisfaga el modelo propuesto, por ello será necesario asumir un desarrollo a medida para la implementación del SIIO (Schlueter & Thesseling, 2009) que se articulará en base a los siguientes premisas:

- La infraestructura tecnológica que se plantea es un sistema de eMarketplace, por tanto, sobre la *red Internet*.
- Existiría un sistema de flujo de trabajo (BPM) unido a un sistema de gestión documental, ya que resulta evidente que la actividad de las organizaciones gira en torno a la ejecución de proyectos.
- El intercambio de información se basará en XML que se está convirtiendo en la norma para almacenar datos que se intercambian entre aplicaciones ya que permite describir cualquier tipo de datos, incluyendo información material, documentos de proyectos, dibujos CAD, información comercial, los documentos, etc. (Kong et al., 2004).

## Diseño del modelo de investigación

Para la validación del SIIO propuesto consideraremos, como punto de partida, el modelo de análisis de virtualidad de Criado-Fernández (2000) a partir del cual diseñaremos el modelo de investigación para caracterizar el SIIO propuesto para el sector de la edificación domótica.

El modelo de análisis de virtualidad recoge la relación entre factores causa y factores de éxito que ofrece el SIIO en el mercado en el que opera la organización (factores efecto). Los factores causa se corresponden con 34 variables independientes de investigación agrupadas según las 4 dimensiones indicadas, estas variables se miden con 146 indicadores que se corresponden con 146 preguntas de investigación. Los factores

efecto se corresponden con 5 variables dependientes de investigación que se miden con 51 indicadores que se corresponden con 51 preguntas de investigación (Criado-Fernández, 2000).

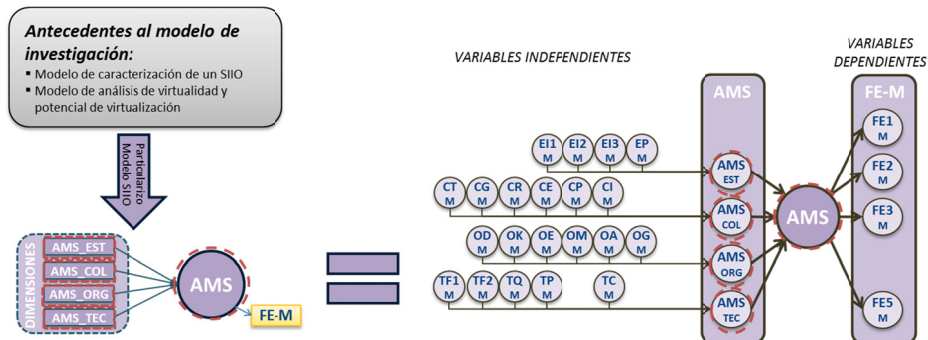


Figura 4 – Modelo inicial de investigación

En este modelo, podemos agrupar los indicadores en tres conjuntos según su aplicación: la empresa, el sector y el SIIO. Si nos quedamos solamente con los indicadores relacionados con el SIIO, obtenemos un *modelo que nos permite analizar la adecuación del SIIO (AMS)* como fuente y soporte de ventajas competitivas, y que estaría constituido por 21 variables independientes (agrupadas según las 4 dimensiones indicadas y que se miden mediante 75 indicadores) y 4 variables dependientes (que se miden mediante 13 indicadores). Así, obtenemos un modelo inicial de investigación, que recogemos en la Figura 4.

Las variables de este modelo se corresponden, debido a la particularización indicada, con variables procedentes del modelo de análisis de virtualidad y potencial de virtualización, conservando su denominación original (Criado-Fernández, 2000). No obstante, este modelo inicial de investigación presenta un número elevado de variables e indicadores que debe de ser depurado mediante la validación del mismo al objeto concreto de esta investigación y como paso previo antes de utilizarlo para la caracterización del SIIO propuesto.

## Validación del modelo de investigación

Para la validación del modelo de investigación se ha considerado una población compuesta por las empresas del sector de la edificación con sede social en la provincia de La Coruña identificadas según CNAE en la guía ARDAN de empresas de Galicia. En concreto, para la validación, la población considerada era de 894 empresas de las cuales se determinó una muestra aleatoria (nivel de confianza 95%, error máximo 10% y  $p=q=0,5$ ) de 88 empresas sobre las que se aplicó un cuestionario, mediante entrevista personal, de 88 preguntas de investigación (correspondientes a los indicadores del modelo). Las entrevistas para la validación de este modelo fueron realizadas entre los meses de febrero y mayo del año 2003.

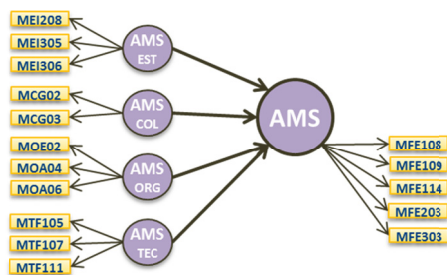


Figura 5 – Modelo de investigación validado

La validación del modelo inicial de investigación se realizó utilizando la técnica PLS-PM (Cepeda-Carrión & Roldán-Salgueiro, 2005), considerando, en primer lugar, el tratamiento de los constructos de segundo orden identificados (Lozano-Santiago, 2007) (identificados con un círculo rojo en la Figura 4) y posteriormente la evaluación de los diferentes modelos de medida resultantes. La aplicación de esta técnica condujo a la depuración de los indicadores, obteniendo un *modelo con 4 variables independientes, 1 variable dependiente y 16 indicadores* (Figura 5).

Este proceso de validación y depuración de indicadores nos permite *definir las variables del modelo de investigación* tomando como referencia las variables de partida correspondientes al modelo de análisis de virtualidad y potencial de virtualización de Criado-Fernández (2000):

- AMS (Adecuación del modelo de SIIO, variable dependiente): resultado de identificar la estrategia de la organización, en respuesta a los factores de éxito del mercado en que opera. En concreto, se refiere a *flexibilidad y eficiencia organizativa, y reducción de barreras geográficas*.
- AMS\_EST (Dimensión estratégica, variable independiente): vías o mecanismos que utiliza la organización para disponer *factores de producción* (recursos materiales, humanos e intangibles), y el enfoque dado a la forma de trabajar o *configurar el trabajo*.
- AMS\_COL (Dimensión colaborativa, variable independiente): atiende al hecho de que la relación esté *dispersa geográficamente* en ámbito global permite el acceso a mercados y entornos de otra forma inaccesibles.
- AMS\_ORG (Dimensión organizativa, variable independiente): se refiere a los aspectos de *capacidad de trabajo en equipo* y *capacidad de aprendizaje* interorganizacional o transferencia de conocimiento.
- AMS\_TEC (Dimensión tecnológica, variable independiente): es el *nivel de calidad de la información disponible* y recoge aspectos relacionados con accesibilidad a la información, fiabilidad y facilidad de obtención, grado de uso del soporte electrónico, facilidad de manejo y rapidez de acceso.

De acuerdo con la representación gráfica del modelo (Figura 5) se recogen las relaciones entre estas variables que validarán mediante estudio empírico.

## Dimensionamiento del trabajo de campo

Para la validación de las relaciones y caracterización del modelo de investigación, el trabajo de campo longitudinal se ha prolongado a lo largo de cinco años adicionales al de la validación. La población considerada está compuesta por las empresas del sector de la edificación con sede social en la provincia de La Coruña determinadas utilizando la guía de empresas ARDAN e identificadas según CNAE, sobre esta población se determinó, para cada uno de los años, una muestra (nivel de confianza 95%, error máximo 10% y  $p=q=0,5$ ) de empresas sobre las que se aplicó un cuestionario, mediante entrevista personal, de 16 preguntas de investigación (correspondientes a los indicadores del modelo validado). En la Tabla 2 recogemos la ficha técnica del dimensionamiento del trabajo de campo realizado.

Tabla 2 – Dimensionamiento del trabajo de campo realizado

| Año         | 2003      | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Entrevistas | feb – may | mar – ago | ago – sep | ago – oct | sep – oct | mar – abr |
| Muestra     | 88        | 116       | 124       | 133       | 140       | 142       |

El trabajo de campo longitudinal permite valorar la sostenibilidad del modelo en el horizonte temporal de la investigación, extendiendo así la validez del modelo.

## Análisis y discusión de los resultados obtenidos

El análisis y discusión de los resultados se realizará atendiendo tanto al análisis basado en la técnica PLS-PM que permite evaluar las relaciones del modelo, como al análisis basado en estadística descriptiva para la caracterización del modelo.

## Validación de las relaciones del modelo

En la Tabla 3 se recogen los resultados de la evaluación del modelo estructural mediante la aplicación de la técnica PLS-PM a lo largo del horizonte temporal del trabajo de investigación. La evaluación del modelo estructural nos permite obtener la cantidad de varianza explicada por las variables dependientes e independientes, así como los coeficientes y significancia estadística de las relaciones.

Tabla 3 – Evaluación del modelo estructural y relevancia predictiva

| RELACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                | 2003           |   | 2005         |   | 2006           |   | 2007            |   | 2008            |   | 2009           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---|--------------|---|----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|----------------|
| AMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | R <sup>2</sup> | 0,9011         | ● | 0,8216       | ● | 0,5955         | ● | 0,8112          | ● | 0,7733          | ● | 0,7244         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Q <sup>2</sup> | 0,7177         | ● | 0,5832       | ● | 0,4367         | ● | 0,5245          | ● | 0,5110          | ● | 0,4979         |
| AMS_EST->AMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | β              | ● -0,096 *     | ● | ● 0,213 ***  | ● | ● 0,395 ***    | ● | ● 0,642 ***     | ● | ● 0,571 ***     | ● | ● 0,597 ***    |
| AMS_COL->AMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | β              | ● -0,332 ***   | ● | ● -0,260 *** | ● | ● -0,255 ***   | ● | ● -0,142 **     | ● | ● -0,267 ***    | ● | ● -0,201 ***   |
| AMS_ORG->AMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | β              | ● 0,703 ***    | ● | ● 0,479 ***  | ● | ● 0,314 **     | ● | ● 0,291 ***     | ● | ● 0,245 ***     | ● | ● 0,271 ***    |
| AMS_TEC->AMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | β              | ● 0,116 (n.s.) | ● | ● 0,116 *    | ● | ● 0,025 (n.s.) | ● | ● -0,016 (n.s.) | ● | ● -0,016 (n.s.) | ● | ● 0,031 (n.s.) |
| Para n=500 submuestras: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 (basado en una distribución t(499) de Student de una cola). t(0,05; 499)=1,64791345; t(0,01; 499)=2,333843952; t(0,001; 499)=3,106644601. Iconos: ● Varianza explicada ● Varianza no explicada ● Modelo presenta relevancia predictiva<br>● Relación sostenida ● Relación no sostenida ● Modelo no presenta relevancia predictiva |                |                |   |              |   |                |   |                 |   |                 |   |                |

Como se puede observar la varianza explicada es adecuada para AMS (puesto que cumple siempre que  $R^2 \geq 0,1$ ), del mismo modo el modelo cuenta con relevancia predictiva ( $Q^2 > 0$ ) para todo el horizonte temporal de la investigación.

En cuanto a las relaciones, observamos que dos relaciones se sostienen mientras que otras dos no se sostienen a lo largo de horizonte temporal. En concreto, podemos afirmar, dada la significancia estadística (\*\*\*) en casi todos los casos de relaciones sostenidas), que el modelo verifica las relaciones AMS\_EST→AMS y AMS\_ORG→AMS, y no verifica las relaciones AMS\_COL→AMS y AMS\_TEC→AMS. Lo que se nos permite concluir que:

- Los recursos productivos (*recursos materiales, humanos e intangibles*) que proporciona el SIIO propuesto para el sector de la edificación domótica, así como la forma de trabajar, son considerados por las empresas del sector como una importante fuente de ventajas de flexibilidad y eficiencia organizativa, y permiten la reducción de barreras geográficas.
- Las empresas del sector *no consideran que con el SIIO propuesto puedan colaborar si existe dispersión geográfica*. Es decir, las empresas ven que la proximidad geográfica es un aspecto necesario para la eficiencia organizativa y el SIIO propuesto no permite superar este aspecto.
- El SIIO propuesto permite *potenciar la capacidad de trabajo en equipo y la transferencia de conocimiento* lo que dota a las empresas participantes de ventajas de flexibilidad y eficiencia organizativa.
- Las empresas del sector no consideran la información como un activo estratégico para mejorar la eficiencia organizativa. Por tanto, no perciben como necesaria mejorar la *calidad de la información disponible*. Lo cual está en consonancia con que las empresas de este sector son muy reacias a la utilización de las TIC.

De estas conclusiones, de cara a mejorar el SIIO propuesto, consideramos dos aspectos de mejora para el SIIO propuesto:

- Las ubicación geográfica de las empresas es una variable que el SIIO debe de considerar a la hora de establecer relaciones de cooperación. Por tanto, se debe de priorizar la relación entre empresas próximas a la ubicación del proyecto frente a otras no tan próximas. En definitiva, *la proximidad a la ubicación del proyecto es considerada como un aspecto necesario* en la colaboración.
- El SIIO debe de estar más orientado a la organización y contacto comercial que a la gestión documental en sí. Por tanto, previsiblemente, *el manejo de documentación, en una primera fase de implantación del SIIO no será un aspecto tan relevante como la gestión de relaciones comerciales*.

### **Caracterización del modelo**

La escala de medición utilizada para los 16 indicadores es un escala de tipo Likert-5 (expresada numéricamente como 1-2-3-4-5 según el grado de rechazo o aceptación) de la cual se ha hecho un escalado al intervalo 0-10.

Atendiendo a este escalado en la Tabla 4 se recoge la valoración media para cada uno de los indicadores del modelo. Como se puede observar los valores medios de todos los indicadores que caracterizan el modelo evolucionan a lo largo del tiempo. A pesar de ello, podemos identificar claramente dos tipos de indicadores: los que sistemáticamente mantienen un valor superior a 5, es decir, tiene grado de aceptación y

caracteriza el modelo); y los de valor inferior a 5 y, por tanto, tienen grado de rechazo y no caracterizan el modelo de SIIO propuesto. En estos dos grupos hay indicadores relacionados con las variables independientes y con la variable dependiente.

Tabla 4 – Valoración media de los indicadores para el modelo (2003-2009)

| Variable                                   | ID<br>Indicador | Indicador                            | 2003 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Adecuación del modelo de SIIO (AMS)</b> |                 |                                      |      |      |      |      |      |      |
| FE_M                                       | MFE108          | MEJORAS PLAZO DE ENTREGA             | 2,61 | 3,45 | 2,64 | 3,10 | 3,48 | 4,10 |
|                                            | MFE109          | MEJORAS RAPIDEZ NUEVOS PRODUCTOS     | 3,84 | 4,20 | 3,79 | 4,00 | 4,55 | 5,12 |
|                                            | MFE114          | MEJORA FACILIDAD ORGANIZACIÓN        | 3,18 | 3,64 | 3,23 | 3,50 | 3,93 | 4,86 |
|                                            | MFE203          | MEJORA IMPORTANCIA COSTE             | 3,24 | 3,77 | 2,92 | 3,08 | 3,45 | 3,98 |
|                                            | MFE303          | MEJORA DESCENTRALIZACIÓN             | 5,60 | 6,70 | 6,39 | 6,67 | 6,30 | 7,02 |
| AMS_EST                                    | MEI208          | USO TIC EN EVALUACIÓN TIC NUEVAS     | 5,85 | 6,49 | 5,95 | 6,11 | 6,55 | 7,17 |
|                                            | MEI305          | USO TIC EN DECISIÓN DESCENTRALIZADA  | 3,64 | 4,63 | 4,07 | 4,45 | 4,48 | 5,58 |
|                                            | MEI306          | USO TIC EN APRENDIZAJE COLECTIVO     | 4,26 | 4,29 | 3,73 | 4,14 | 4,95 | 5,39 |
| AMS_COL                                    | MCG02           | RELACIÓN DE ÁMBITO NACIONAL          | 5,85 | 7,50 | 8,13 | 8,65 | 8,52 | 8,64 |
|                                            | MCG03           | RELACIÓN DE ÁMBITO GLOBAL            | 3,66 | 5,39 | 6,29 | 6,92 | 6,54 | 6,71 |
| AMS_ORG                                    | MOE02           | PROMOCIÓN DEL TRABAJO EN EQUIPO      | 6,05 | 6,75 | 7,40 | 8,25 | 8,21 | 8,63 |
|                                            | MOA04           | MEJORA CONTINUA                      | 5,45 | 5,91 | 6,39 | 5,24 | 6,46 | 6,73 |
|                                            | MOA06           | BÚSQUEDA OBJETIVOS EMPRESARIALES     | 3,55 | 3,97 | 4,54 | 4,17 | 4,45 | 5,16 |
| AMS_TEC                                    | MTF105          | NORMALIZACIÓN INFORMACIÓN            | 6,05 | 6,08 | 6,51 | 7,01 | 7,29 | 7,27 |
|                                            | MTF107          | PROXIMIDAD DE LA INFORMACIÓN         | 4,63 | 5,00 | 5,77 | 6,50 | 7,23 | 7,50 |
|                                            | MTF111          | MANEJO ADECUADO INFORMACIÓN DISPERSA | 4,26 | 4,68 | 5,34 | 6,45 | 6,55 | 7,08 |

Por tanto, podemos afirmar que el modelo de SIIO propuesto para el sector de la edificación domótica se caracteriza por:

- Ser un sistema que *mejora la descentralización de los agentes*. Por tanto, se perciben como un sistema que mejora flexibilidad a la hora de trabajar en diferentes delegaciones o sedes de la empresa, así como el acceso a nuevos mercados salvando barreras geográficas. Esto debemos de entenderlo como búsqueda de nuevos mercados y relación comercial ya que, según hemos visto, las empresas consideran necesaria la proximidad geográfica a la ubicación del proyecto para trabajar en colaboración.
- Favorecer la *identificación y evaluación de las tecnologías nuevas* y emergentes que permitan lograr ventajas competitivas.
- Favorecer las *relaciones cooperativas de ámbito nacional*, en mayor medida, y de ámbito global en menor medida.
- Promocionar el *trabajo en equipo y la aceptación de responsabilidades* compartidas.
- Favorecer la *mejora continua de los métodos y procesos*.
- Favorecer la *normalización de la información*, minimizando la que no este en soporte electrónico y *maneja adecuadamente* la información generada en ubicaciones geográficamente dispersas. Este aspecto aunque es una característica percibida del SIIO propuesto, no es considerado, como hemos visto en la evaluación del modelo estructural, como un aspecto para la mejora de la flexibilidad y eficiencia organizativa.

Por otro lado, el SIIO propuesto presenta deficiencias en estos aspectos a mejorar:

- No se percibe que el plazo de entrega o puesta en el mercado, ni la rapidez para incorporar nuevos productos o servicios mejore gracias al SIIO.

- No se percibe que sea fácil organizarse y cambiar la forma de trabajar.
- No se percibe que el SIIO reduzca coste y riesgos.
- No se considera que el sistema favorezca la toma de decisiones de forma descentralizada, y se sigue considerando una estructura centralizada.
- No se considera que el sistema potencie el aprendizaje colectivo.
- No se considera que el sistema favorezca la búsqueda permanente de un objetivo empresarial común en cada función o departamento.

### **Limitaciones del trabajo de investigación**

El SIIO propuesto para el sector de la edificación trata de hacer frente a las necesidades de investigación planteadas. No obstante, existen limitaciones a considerar debidas a que la penetración de los sistemas de información en este tipo de empresas es bastante deficiente y no existe un concepto maduro formado sobre el SIIO. Por tanto, estos aspectos puede sesgar los resultados obtenidos hacia un perfil de empresa poco maduro desde el punto de vista de adopción de TIC y por tanto limita la generalización del estudio al tipo concreto de población identificada según el dimensionamiento del trabajo, para la cual sí se puede garantizar la sostenibilidad dado el amplio horizonte temporal de la investigación.

En el futuro serán necesarios estudios más concretos sobre el funcionamiento de los SIIO en el sector para generalizar sus implicaciones estratégicas (Carbonell Ureña, 2012); tales como el posible aumento del poder negociador de los clientes, derivado de la consolidación de consorcios de los principales compradores del sector, o el establecimiento o no de barreras de entrada, derivadas de la creación de redes interorganizacionales en el sector.

### **Conclusiones**

El entorno actual de competitividad lleva a las empresas a buscar nuevas formas de competir. Los SIIO representan una alternativa en este sentido, puesto que permite incrementar los límites tradicionales de la organización traspasando las barreras naturales entre diferentes empresas y creando un vínculo que permita pasar de un estado de ventaja competitiva a una ventaja cooperativa.

Este estudio presenta tanto una componente documental como una fuerte componente de investigación por estar derivado de los resultados de las encuestas que se realizaron a estos agentes. Ello nos ha permitido identificar modelos de negocio así como las fuentes de creación de valor. Un SIIO permite redefinir a las organizaciones bajo condiciones de flexibilidad y eficiencia que son dos pilares que le permitirán competir en el entorno actual. Con este trabajo hemos pretendido reflejar la importancia que tiene para las empresas definir su negocio a través de un modelo que garantice la viabilidad presente y futura de la empresa.

## Referencias bibliográficas

BIC-GALICIA. (2010). Guía sectorial de la construcción.

Carbonell-Ureña, J. F. (2012). "Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Castro-Lacouture, D., Medaglia, A. L., & Skibniewski, M. (2007). Supply chain optimization tool for purchasing decisions in B2B construction marketplaces. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 16, 569–575.

Castro-González, I. (2008). "Comparativa de tecnologías domóticas en la elaboración de proyectos para la gestión integrada de servicios del hogar digital". Proyecto Fin de Carrera dirigido por Antonio Pereira-Rama. Universidad de Vigo.

Cepeda-Carrión, G., & Roldán-Salgueiro, J. L. (2005). Aplicando en la práctica la técnica PLS en la Administración de Empresas. Paper presented at the XV Congreso Anual de la Asociación Científica de Economía y Dirección de la Empresa (ACEDE).

Cinza-Cabarcos, B. E. (2008). "Propuesta práctica de instalación domótica basada en tecnología X-10 orientada a la mejora del ahorro energético en el hogar como medida para la optimización del consumo global de energía en el ámbito doméstico". Proyecto Fin de Carrera dirigido por Antonio Pereira-Rama. Universidad de Vigo.

Criado-Fernández, M. (2000). "Caracterización de modelos de cooperación entre organizaciones como base para la obtención de estructuras flexibles y competitivas". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Chung, J. K. H., Kumaraswamy, M. M., & Palaneeswaran, E. (2009). Improving megaproject briefing through enhanced collaboration with ICT. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 18(7), 966-974.

Jeong, Y.-S., Eastman, C. M., Sacks, R., & Kaner, I. (2009). Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 18(4), 469-484.

Kerridge, S., Halaris, C., & Mentzas, G. (2000). "SupplyPoint: An Integrated System for Supporting e-Business in the Construction Sector". University of Sunderland, United Kingdom.

Kong, S. C. W., Li, H., Hung, T. P. L., Shi, J. W. Z., Castro-Lacouture, D., & Skibniewski, M. (2004). Enabling information sharing between E-commerce systems for construction material procurement. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 13, 261–276.

Lockett, N. J., & Brown, D. H. (2006). Aggregation and the Role of Trusted Third Parties in SME E-Business Engagement: A Regional Policy Issue. *International Small Business Journal*, 24(4), 379-404.

- Lozano-Santiago, S. (2007). Validación de un modelo de medida de las dificultades en los procesos de toma de decisiones sobre la carrera profesional. *Revista de Educación*, 343, pp. 325-351.
- Orero-Giménez, A., & Criado-Fernández, M. (1999). El Sistema de Información Interorganizacional como fuente y soporte de ventajas competitivas. Paper presentado en el IX Congreso Nacional de la Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresa (ACEDE).
- Pereira-Rama, A., & Chaparro-Peláez, J. (2005). La gestión integrada de servicios del Hogar Digital soportada por un sistema de información interorganizacional. Paper presentado en el XIX Congreso Hispano Francés de la Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).
- Pizarro-Moreno, I., Real, J. C., & De la Rosa, M. D. (2011). La incidencia del capital humano y la cultura emprendedora en la innovación. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14, 139-150.
- Schlueter, A., & Thesseling, F. (2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 18(2), 153-163.
- Shin, Y., An, S.-H., Cho, H.-H., Kim, G.-H., & Kang, K.-I. (2008). Application of information technology for mass customization in the housing construction industry in Korea. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 17(7), 831-838.
- Telefónica. (2004). "Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación". Fundación Telefónica.
- Vanlande, R., Nicolle, C., & Cruz, C. (2008). IFC and building lifecycle management. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 18(1).
- Yeung, J. F. Y., Chan, A. P. C., & Chan, D. W. M. (2009). A computerized model for measuring and benchmarking the partnering performance of construction projects. *Automation in Construction*. Elsevier Science Publishers, 18(8).
- White, A., Daniel, E., Ward, J., & Wilson, H. (2007). The adoption of consortium B2B e-marketplaces: An exploratory study. *Journal of Strategic Information Systems*, 16, 71-103.



## Cated Box, una tecnología para hacer estudios de movilidad 2.0

Abel Rionda<sup>1</sup>, David Martínez<sup>1</sup>, Xabiel G. Pañeda<sup>2</sup>, David Arbesú<sup>1</sup>, J. Emilio Jimenez<sup>3</sup>, F. F. Linera<sup>2</sup>

{abel.rionda, david.martinez, david.arbesu}@adnmobilesolutions.com, {xabiel, linera}@uniovi.es, emilio.jimenez@fivelines.es

<sup>1</sup> ADN Mobile Solutions, Parque Científico Tecnológico, 33203, Gijón/Xixón, Asturias, España.

<sup>2</sup> Universidad de Oviedo, Campus de Gijón, 33204, Gijón/Xixón, Asturias, España.

<sup>3</sup> Fivelines, Parque Científico Tecnológico, 33203, Gijón/Xixón, Asturias, España.

DOI: 10.4304/risti.10.97-110

**Resumen:** en los últimos años el aumento de desplazamientos en vehículo privado ha generado importantes problemas de congestión tanto en ciudades como en vías interurbanas. Asimismo, estos desplazamientos han producido importantes problemas de estacionamiento. Para ser capaces de realizar predicciones y definir políticas que puedan mejorar la circulación, las administraciones realizan cada cierto tiempo estudios de movilidad que analicen la situación del tráfico y propongan medidas correctoras. En este artículo se presenta una tecnología que permite la realización de estudios de movilidad a partir de la colaboración del conductor-ciudadano como elemento clave para obtener el conocimiento. La facilidad de uso de la tecnología, la motivación y la recompensa son elementos que deben de tenerse muy presentes si se desea mantener en el conductor el interés a colaborar. La tecnología Cated Box se ha probado con éxito en el estudio de movilidad del área tecnológica de la ciudad de Gijón conocida como Milla del Conocimiento.

**Palabras clave:** e-gobierno; estudio de movilidad; vehículos; teléfono móvil; Internet de las cosas.

**Abstract:** in the last few years an important increase in private car journeys has created significant congestion in cities and on interurban roads. Furthermore, these shifts have generated significant parking problems. To be able to make predictions and define policies that can improve circulation, governments from time to time perform mobility studies that analyze the traffic situation and propose corrective measures. In this paper we present a technology that enables studies of mobility using the driver-citizen collaboration as the key element to obtain knowledge. The ease of use of technology, motivation and reward are elements that must be thoroughly considered if you want to keep in the driver's interest to cooperate. Cated Box technology has been tested successfully in the study of

mobility in technological area of the city of Gijón known as “Milla del Conocimiento”.

**Key-words:** e-government; mobility study; vehicle; cellular phone; Internet of things.

## 1. Introducción

Los problemas de congestión, aparcamiento y contaminación generados por los vehículos de combustión, han llevado a las administraciones públicas a hacer estudios que permitan mejorar la integración de los turismos en el entorno urbano e interurbano. Mediante el análisis de los hábitos en los desplazamientos se pretende, por un lado dotar de infraestructuras a las ciudades y regiones para ser capaces de absorber dichos flujos de vehículos, y por otro, proponer medidas alternativas que puedan en cierta medida mitigar el uso del vehículo particular.

Estos estudios se han venido realizando a través de diferentes combinaciones de medios como por ejemplo, los sistemas de conteo, bien con cables o con cámaras, o mediante encuestas a los conductores. Sin embargo, esta forma de llevar a cabo los estudios de movilidad presenta importantes inconvenientes debido a su coste. En el caso de los sistemas de conteo, su principal limitación radica en que hacen un análisis puntual, es decir, estudian el tráfico en la vía en la que se sitúa el sistema. Si se quieren controlar varias, es necesario hacer el despliegue en cada una de ellas. Para acotar los costes, los sistemas de monitorización suelen limitarse a las zonas principales de paso, quedando el resto fuera del estudio.

En este artículo se presenta una tecnología que permite desarrollar los estudios de movilidad de una forma innovadora. A través de la colaboración del conductor y con un coste relativamente bajo, es posible monitorizar los movimientos de los vehículos a cualquier hora y en cualquier zona. Esta colaboración se buscará incorporando en el sistema de monitorización del vehículo una herramienta para mejorar la conducción que permita ahorrar en combustible. De esta forma las administraciones públicas y el ciudadano llegarán a un modelo de colaboración “win-win”.

El sistema que aquí se presenta, denominado Cated Box, se ha probado en un estudio de movilidad para una zona de la ciudad de Gijón (Asturies/España) denominada “Milla del Conocimiento” en la que se sitúa la Universidad y una parte muy importante de las empresas tecnológicas de la zona. El estudio se desarrolló durante mes y medio arrojando unos resultados muy interesantes, tanto desde el punto de vista del estudio de movilidad, como desde el de los conductores participantes, que consiguieron un ahorro de combustible de aproximadamente del 10%.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. La sección 2 recoge los trabajos relacionados en el campo de los estudios de movilidad y los sistemas de monitorización de vehículos. La sección 3 presenta la tecnología Cated Box tanto desde el punto tecnológico como de la estimulación del conductor a la participación. La sección 4 describe el estudio de movilidad realizado como prueba de concepto de la tecnología y la sección 5 incluye las conclusiones y los trabajos futuros.

## 2. Trabajos relacionados

El desarrollo de estudios de movilidad es una herramienta que administraciones públicas y organizaciones han venido utilizando desde hace tiempo con diversos objetivos como, el análisis de la congestión, aparcamiento, uso de los diferentes medios de transporte, horarios, seguridad, etc.

Clásicamente, las fuentes de información de estos estudios han sido la monitorización de vías mediante cámaras (Archetti, 2006) (Schrang, 2011) (Klakhaeng, 2011) o sensores en el asfalto (Kent, 2010), encuestas (York, 2006) (Novák, 2007) o simplemente mediante modelos (Singh, 2006) dependiendo el objetivo del estudio de movilidad.

Solo algunos sistemas orientados al análisis de congestión han atacado el problema con una metodología diferente. Por ejemplo, algunos sistemas han introducido el uso del GPS, bien a través de dispositivos específicos (Schrang, 2011) (Usman, 2010), o bien a través de aplicaciones para el móvil (Varandas, 2010). Algunos estudios experimentales han utilizado sistemas de monitorización a través la triangulación con las antenas de telefonía móvil (Calabrese, 2011). Sin embargo, la mayoría de los estudios de movilidad siguen utilizando métodos de conteo y monitorización tradicionales por la complejidad de motivar al usuario a colaborar. Solo los sistemas de gestión de flotas, donde el conductor está obligado a colaborar, utilizan sistemas de monitorización en el propio vehículo (Thong, 2007) (Kargupta, 2010).

Este punto débil, que ha evitado la evolución metodológica de los estudios de movilidad, es uno de los principales objetivos de la tecnología que aquí se presenta. Cated Box busca que el conductor saque provecho del uso del sistema mediante la reducción del consumo de combustible, y de esta forma estimular su participación en este tipo de iniciativas mediante una filosofía “win-win” administración/ciudadano. La idea subyacente será la misma que la de iniciativa denominada waze ([www.waze.com](http://www.waze.com)) que mediante un entorno colaborativo intenta aportar información a los conductores sobre el estado de las carreteras. Sin embargo, mientras que Cated Box busca que cada conductor trabaje en su propio beneficio (reducción del consumo), en el caso waze el conductor genera beneficio a la comunidad (proporcionando rutas), y es ella, la que le corresponde (con rutas del resto de conductores) generando un beneficio indirecto. Esto puede hacer que el interés en colaborar no se mantenga de forma permanente, produciendo problemas similares a los de las redes P2P (Herrera, 2007)(Binzenh, 2007). Por ello, en Cated Box se ha buscado que el beneficio que pueda obtener el conductor sea directo y no tenga dependencias con el resto de usuarios.

## 3. La tecnología Cated Box

La tecnología Cated Box ha sido desarrollada para tener al usuario conductor como elemento central de todo el proceso de recogida de datos del estudio de movilidad. Puesto que un conductor debe de estar motivado para ofrecerse a colaborar gratuitamente, el sistema además tiene la vertiente de ofrecer al conductor el realizar una conducción más eficiente, con el consiguiente ahorro en combustible. De esta forma, los beneficios serán tanto para la administración como para el conductor.

La arquitectura general de la tecnología Cated Box, como se muestra en la [figura 1](#), está compuesta por diversos componentes tanto hardware como software:

- **Sistema abordo (on-board):**
  - Sensor Cated para la recogida de datos del vehículo.
  - Sistema de recepción, recomendación y transmisión del teléfono móvil.
- **Sistema central:**
  - Sistema de almacenamiento y análisis off-line de datos.
  - Portal Web de asistencia al usuario.
  - Cuadro de mando y panel de control para la administración pública.

El sistema abordo está compuesto de dos elementos principales. El **sensor Cated** que se conecta a la centralita del coche y permite leer datos sobre el funcionamiento del vehículo y el **asistente a la conducción** que se encarga de recibir la información del GPS del teléfono y del sensor Cated, realizar diversos tipos de análisis, asistir al conductor y enviar la información al sistema central.

El sensor Cated se comunica con la centralita del turismo a través del estándar OBD-II obligatorio en todos los vehículos europeos desde 2001 (2003 para diesel). (SAE, 1998). El dispositivo es capaz de extraer diversas variables funcionamiento del vehículo, como velocidad o revoluciones por minuto, y transmitir las al teléfono móvil a través de una conexión Bluetooth. Dicha información es transmitida aproximadamente cada 2 segundos. El sensor se alimenta desde el propio interfaz OBD-II, lo que permite mantenerlo siempre conectado al vehículo y olvidarse del mismo. Además no necesita ningún tipo de configuración más allá de la interconexión inicial con el teléfono móvil (localización y pareado del Bluetooth).



Figura 6 - Arquitectura general del sistema Cated Box Sistema abordo

El asistente a la conducción es un programa con diversas responsabilidades:

- Asistir al conductor durante sus trayectos en coche indicándole la marcha más eficiente desde el punto de vista de ahorro de combustible. Está pensado para que el teléfono móvil en el que se ejecuta se coloque en un soporte similar al utilizado para los navegadores al lado del volante de modo que no haga al conductor apartar la vista de la carretera. El sistema incorpora dos tipos de avisos, los visuales y los sonoros o acústicos. Los visuales presentan en un círculo que varía de color el número de la marcha recomendada, como se muestra en la figura 2. El círculo de color que puede ser verde, naranja o rojo indicará si el conductor sigue la recomendación o se aleja de ella.



Figura 7 - Sistema abordo

- Recoger información procedente del sensor GPS del teléfono móvil y de la centralita del coche para enviarlo al sistema central donde pueda ser procesado y utilizado con posterioridad tanto el propio conductor del vehículo como por parte de las administraciones públicas (de forma impersonalizada).

Para poner en marcha el asistente, el conductor simplemente tendrá que seleccionar la aplicación en el teléfono y pulsar el botón conectar. Una vez realizado el proceso de conexión el sistema no requerirá ninguna otra interacción con el mismo.

En cuanto a las características técnicas, la aplicación móvil está desarrollada en el sistema operativo móvil Android y contiene una serie de algoritmos que necesitan las siguientes entradas y producen las siguientes salidas:

### Entradas

- Base de datos de vehículos con datos técnicos de modelos (Relación de marchas, potencia, cilindrada, peso, coeficiente aerodinámico, etc.). Esta información se descarga del servidor cuando se configura el perfil de usuario (con su vehículo asociado).
- Lectura de datos de la centralita del vehículo a través del sensor OBD-II y mediante el protocolo Bluetooth (Velocidad, RPM, carga del motor, presión del turbo,

acelerador, MAF/Mass Air Flow, etc.). Información de posicionamiento GPS capturada a través del sensor del propio teléfono móvil.

## Salidas

- Cálculo del consumo de combustible, instantáneo y medio, inducido a partir de los datos de entrada.
- Indicación en tiempo real, de la marcha recomendada, aplicando técnicas de conducción eficiente.
- Registro en local y posterior envío de toda la información recogida, tanto entradas como salidas, a un servidor para su posterior análisis detallado y extracción de conclusiones globales y particulares.

### 3.2. Sistema central: almacenamiento y análisis off-line de datos

El sistema central es el encargado de recibir la información de los dispositivos móviles de los conductores que utilizan el servicio de conducción eficiente. La aplicación instalada en el teléfono móvil se conectará a un servicio activo en el sistema central y le transferirá los datos recogidos desde la última conexión. Dichos datos serán registrados en una base de datos de tipo Apache CouchDB que presenta unos parámetros de escalabilidad muy adecuados para sistemas que manipulan grandes cantidades de información. Esta base de datos almacenará la información accesible a los usuarios. El sistema central se completará con una base de datos SQLServer donde se estructurará un DataWareHousing sobre el cual se realizarán los procesos de análisis orientados a la administración que requieren agregaciones y cálculos complejos. De esta forma el sistema orientado a los usuarios no se verá penalizado por los procesamientos que puedan realizarse para proveer de información a las administraciones públicas.

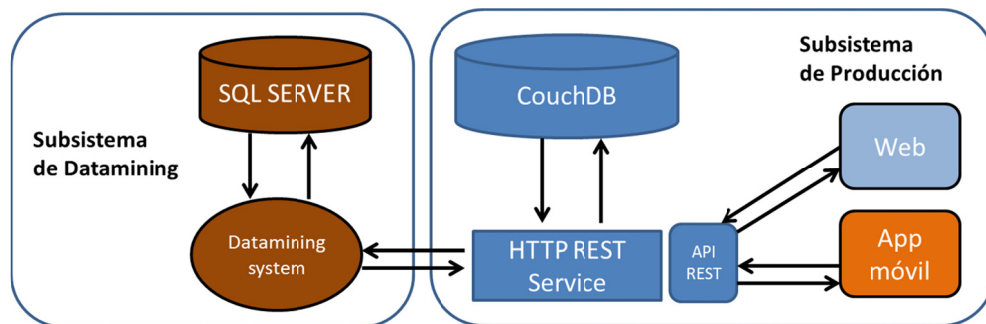


Figura 8 - Arquitectura del Sistema central Cated Box

En la [figura 3](#) se presenta la arquitectura física del sistema central de Cated Box. El sistema está estructurado para soportar una alta escalabilidad. Por un lado el subsistema de producción, encargado de registrar la actividad continua del sistema y proporcionar acceso a los usuarios, está compuesto por una base de datos CouchDB y un servidor Web al que se le ha dotado de una API REST a través de la cual las aplicaciones móviles y Web acceden al sistema. El sistema de *datamining*, que se encarga de realizar los análisis complejos de la actividad de los conductores, está diseñado utilizando SQL Server Analysis Services y la base de datos SQL Server. El

sistema se despliega sobre dos máquinas siendo la primera Linux Debian, para el sistema de producción, y la segunda Windows Server que soporta el sistema de minería de datos.

### 3.3. Portal Web de asistencia al usuario

El portal Web es el componente del sistema que permite al conductor analizar su conducción, tanto desde el punto de vista de la movilidad cómo desde el punto de vista de la conducción eficiente.

Para ello, el portal se estructura en diversas zonas, una de ellas para el análisis de los itinerarios, en el que podrá observar sus rutas y valorarlas (figura 4). Esta información será proporcionada de forma anónima a la administración para que pueda utilizarla en sus estudios de movilidad. En otra de las secciones, el usuario puede analizar la eficiencia de su conducción tanto de forma general, como pormenorizada por trayecto. De esta forma podrá ver diversos índices de conducción eficiente (figura 4), CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera o el coste económico de sus desplazamientos.



Figura 9 - Portal Web de asistencia al usuario

El conductor también dispondrá de una sección para recibir consejos de mejoras en su conducción y una zona de atención al usuario, donde podrá presentar quejas, realizar consultas o dar de alta incidencias en el funcionamiento del servicio.

### 3.3. Portal Web para la Administración Pública

El portal para la administración pública está dividido en dos entornos independientes. Por un lado el sistema de gestión, que permite dar de alta los usuarios y realizar las tareas de atención los mismos (modificaciones, quejas, sugerencias, incidencias, actividad o inactividad, etc.); por otro, el cuadro de mando, que permiten visualizar los indicadores tanto para el estudio de movilidad en tiempo real, como para el análisis de eficiencia en la conducción.

Los indicadores relativos a la movilidad son los siguientes:

- Frecuencia sobre intervalo de tiempos de itinerario.

- Itinerarios por día totales.
- Kilómetros por día totales.
- Número de trayectos por usuario.
- Trayectos urbanos e interurbanos por día.
- Orígenes desde barrios o ciudades (configurable).
- Horas de llegada y salida a zonas (configurable).

Estos indicadores podrán ser discriminados por: edades, género, sectores de actividad laboral, etc.

En cuanto a los indicadores de eficiencia la información recogida es la siguiente:

- Consumo medio por día.
- CatedIndex (métrica de eficiencia) medio por día.
- CatedIndex urbanos e interurbanos por día.
- EcoGear y Eco Speed (métricas de eficiencia) medio por día.
- Inventario dinámico de emisiones de CO<sub>2</sub> y litros de combustible ahorrados por todos los vehículos gracias a las recomendaciones de conducción eficiente frente a la situación de partida (diagnóstico inicial).

Para cada uno de los indicadores, el cuadro de mando incluye representación gráfica y tabular (pudiendo ser exportada esta información a formato Excel para facilitar posible tratamiento posterior). También es posible el filtrado de datos por rangos de fechas. En la [figura 5](#) se muestran algunas pantallas del cuadro de mando.

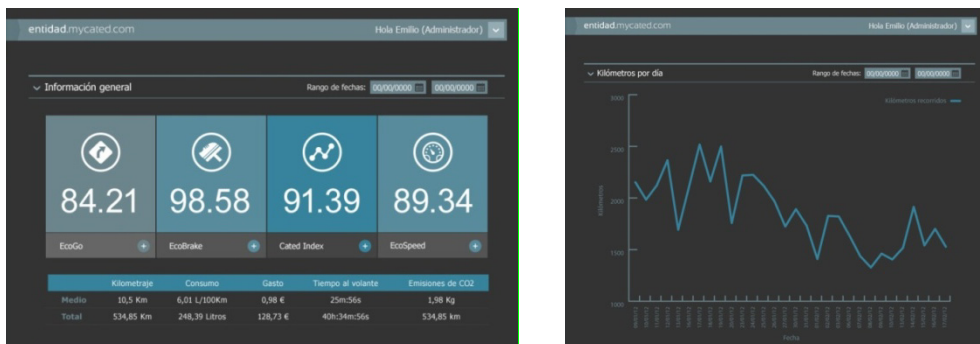


Figura 10 - Interfaz cuadro de mando para la administración

Puesto que el acceso a información sobre la movilidad de los conductores podría invadir la intimidad de los mismos, la aplicación garantiza que los datos proporcionados están anonimizados y agregados, de forma que no es posible estudiar el patrón de comportamiento de un conductor de forma individual.

#### 4. Caso de Estudio: Movilidad en la “Milla del Conocimiento”

La evaluación del sistema Cated Box se ha desarrollado en el contexto del proyecto Ecomilla ([www.ecomilla.com](http://www.ecomilla.com)). En dicho proyecto se monitorizaron y asistieron a 150 conductores procedentes de las instituciones (Universidad de Oviedo, UNED, RTPA, Parque Científico Tecnológico de Gijón, Hospital de Cabueñes, Jardín Botánico

Atlántico, Laboral Ciudad de la Cultura) que conforman la Milla del Conocimiento en la Ciudad de Gijón (figura 6). Dicho experimento se realizó con dos enfoques, por un lado realizar un estudio de movilidad para mejorar los sistemas de comunicación de dicha zona, y por otro, buscar la mejora de la conducción de los trabajadores de la zona (Rionda, 2012), lo cual debería ser el incentivo de los conductores a participar (modelo “win-win”). El seguimiento y análisis de los datos se realizó únicamente en días laborables, puesto que el estudio buscaba analizar la movilidad en una zona de clara actividad laboral.



Figura 11 - Milla del Conocimiento (Gijón)

Los conductores pertenecientes a centros de trabajo de la Milla del Conocimiento se presentaron voluntarios para participar en el estudio y aportaron diferentes datos personales para poder realizar un análisis estratificado de los datos recogidos. El estudio se realizó durante 30 días durante los cuales se recogió un número de entre 110 y 220 trayectos diarios.

En lo que se refiere a la conducción eficiente, el estudio se dividió en dos fases, una en la que no se ofrecieron recomendaciones a los conductores (modo caja negra, 5 días de duración) para ser tomada como línea de referencia y otra en la que el sistema (modo asistente) ofreció las recomendaciones para mejorar su forma de conducir.

#### 4.1. Resultados

El estudio de movilidad sobre los trabajadores de la Milla del Conocimiento ha permitido un detallado estudio de su comportamiento a la hora de utilizar el coche. Se han podido determinar horarios de salida, de entrada, carreteras de acceso, zonas de salida y llegada de los trabajadores, calles más transitadas en los trayectos urbanos y las vías interurbanas principales, etc. Algunos de los mismos se relatan a continuación:

- Se pudo constatar que los itinerarios en general son bastante cortos, teniendo en cuenta que la mayoría de estos tienen una duración menor a 15 minutos, como se observa en la figura 7. Dada la configuración urbana de la zona central de Asturias, este dato es una indicación clara de que los trayectos urbanos o

semiurbanos son los predominantes. El 58% de los de los trayectos se realizan dentro de la ciudad de Gijón, siendo los más numerosos los tránsitos desde el barrio de El Llano y la zona rural, con un 9% cada uno. En cuanto al resto de Asturias, se pudo constatar que un 13% de los trabajadores y estudiantes de la “Milla” provienen de la zona centro (Oviedo, Siero, Llanera, Avilés y Villaviciosa) y sólo un 4% de las cuencas mineras (Mieres, Langreo, Aller, etc.).

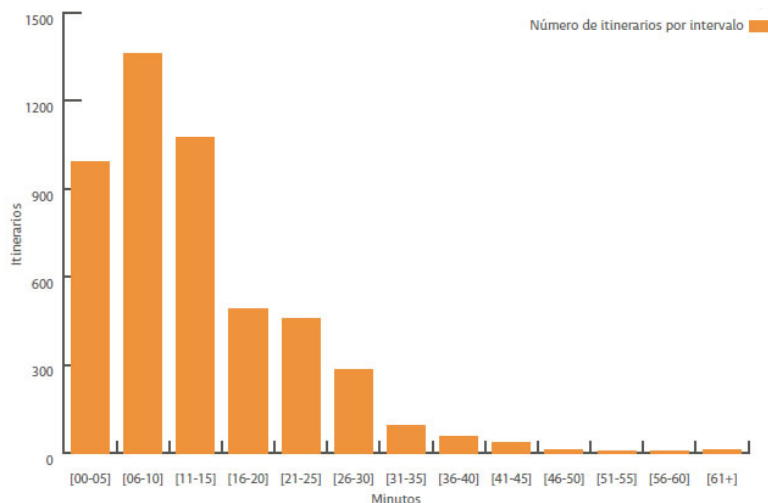


Figura 12 - Duración de los trayectos analizados

- Otro elemento analizado fue el nivel de ocupación de las distintas vías de acceso a la Milla del Conocimiento. Los resultados revelaron que el punto más utilizado para llegar a la zona es la carretera N632 en dirección al Jardín Botánico (figura 8), utilizada en un 38% del total de los trayectos. A ésta le siguen, ambos con un 25% de uso, los accesos desde la Autovía del Cantábrico (A-8) por Deva y Viesques, es decir, las salidas 382 y 385 respectivamente. Por último, la vía de entrada a la “Milla” menos utilizada es la Avenida de la Pecuaria, con un 10% de trayectos sobre la cifra global. El 2% residual se correspondería con vías de menor relevancia, como la Carretera de Santurio o el Camino del Piqueru.
- Los horarios de entrada y salida de los trabajadores y estudiantes de la “Milla” revelaron que, en el periodo de lunes jueves, existen dos franjas horarias de máxima densidad de tráfico muy bien definidas. De esta manera, se aprecia que entre las 07:00 y las 09:59 de la mañana se producen un 46% del total de los trayectos diarios con destino la Milla del Conocimiento. Entre las 14:00 y las 16:59 se dan otro 21% de los desplazamientos de entrada, lo que lleva a la conclusión de que un porcentaje importante de trabajadores y estudiantes comen fuera del área de la “Milla”, bien en sus casas o bien en restaurantes cercanos.
- Respecto a las salidas, siguiendo en la línea del patrón comentado anteriormente, se observó que entre las 13:00 y las 16:59 se producen un 33% del total, explicado tanto por el abandono de la Milla durante las horas de

comida como por el hecho de que ciertas entidades pueden tener jornada continua durante toda la semana. Por otra parte, en la franja horaria comprendida entre las 17:00 y las 20:59 se registra un significativo 44% de salidas, teniendo un peso claramente mayor el intervalo entre las 17:00 y las 19:59.

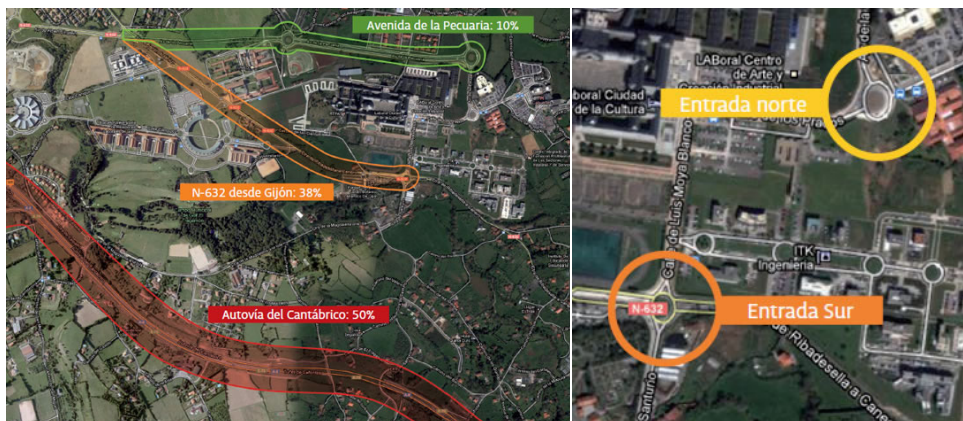


Figura 13 - Vías de acceso a la Milla del Conocimiento y entradas al Parque Científico-Tecnológico de Gijón

- En lo que se refiere específicamente al Parque Científico-Tecnológico (Zona empresarial de la “Milla”), se ha observado que en todas las franjas horarias la carga de tráfico soportada por la entrada Sur es evidentemente superior a la que se refleja en la entrada Norte (figura 8).

En lo que se refiere a los resultados relacionados con la conducción eficiente, se analizaron diferentes métricas de eficiencia y se cruzaron con los datos asociados a horarios, trayectos, género, etc. En términos generales el dato observado más destacable fue una reducción media de combustible del 10%. En la figura 9 se observa la evolución del consumo medio durante los periodos de caja negra (primeros 5 días) y de asistencia.

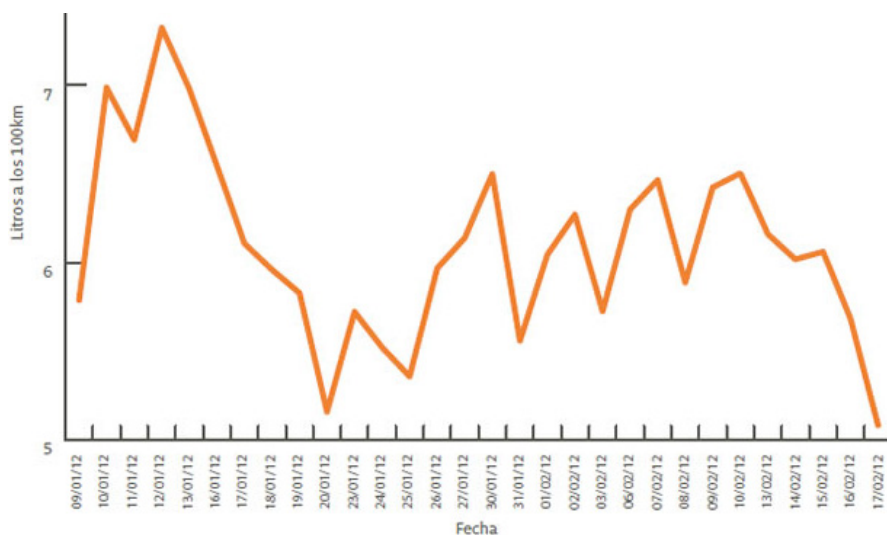


Figura 14 - Consumo medio diario

Además del análisis de los datos objetivos recogidos con el Cated Box, el estudio ha sido utilizado para preguntar a los conductores por la usabilidad de la tecnología y su experiencia como participantes del proyecto “Ecomilla”. Para evaluar sus impresiones se les realizó una encuesta voluntaria cuyas preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Con qué nivel siguió las recomendaciones del asistente?
2. ¿Considera que ha mejorado su conducción?
3. El estudio nos arrojó una media de ahorro en combustible del 10%, ¿Usted sintió reflejado este ahorro en su bolsillo?
4. ¿Cómo calificaría el uso del sensor y la aplicación móvil?
5. ¿Cuál es la valoración global que le da al proyecto ecomilla?
6. ¿Participaría en un proyecto similar extendido a toda la ciudad?
7. Sabemos que la motivación es importante en la participación. ¿Cómo podemos motivar la participación constante?

De los 150 conductores 46 respondieron la encuesta, siendo los resultados más importantes los siguientes:

- La mayoría de los conductores consideraron que el sistema era fácil o muy fácil de usar. 5 conductores señalaron que su manejo era sencillo una vez se acostumbraron y dos que el uso era complejo.
- La pregunta de si volverían a participar en un estudio similar, dos usuarios respondieron que no, 5 que tal vez y el resto que sí.
- En cuanto al ahorro de combustible 7 conductores indicaron que no habían ahorrado y el resto se repartieron entre menos y más del 10%.

- En lo que se refiere a la valoración global del proyecto (1-5), 15 lo valoraron con un 5, 22 con un 4, 4 con un 3, 2 con un 2 y 3 con un 1.

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

Como conclusiones podemos decir que el sistema Cated Box permite la realización de estudios de movilidad proporcionado información muy detallada y con un esfuerzo económico inferior al que supone el desarrollo de los mismos con sistemas más clásicos. Con una selección adecuada de los usuarios a monitorizar, es posible realizar análisis similares a los estudios de audiencia que se utilizan en la televisión. Además la forma de llevar a cabo el estudio permite el análisis de la movilidad de forma continua y la obtención de resultados prácticamente en tiempo real. La motivación de los conductores mediante algún tipo de recompensa, como por ejemplo la reducción en el consumo de combustible, es el factor clave que hace que la administración y ciudadano creen un entorno de colaboración “win-win”.

A pesar de que los beneficios de la tecnología Cated Box han quedado demostrados en el estudio “Ecomilla”, es necesario seguir trabajando en algunos aspectos. El primero de ellos, se centra en la adaptación de la tecnología para estudios de larga duración. Aspectos como aumentar la facilidad de uso, diseñar nuevos sistemas de análisis off-line o la carga de datos en tiempo real mediante redes 3G, pueden ser aspectos muy importantes para mantener la motivación a usuarios en periodos superiores a un mes.

Otro campo de trabajo futuro, será la adaptación del sistema para su uso en autobuses y resto de tráfico pesado. En este caso, puesto que dichos vehículos no cuentan con puerto de conexión OBD-II, será necesario adaptar el interfaz de comunicaciones.

## Referencias bibliográficas

- Archetti, F., Messina, E., Toscani, D., Vanneschi, L. (2006). Classifying and Counting Vehicles Traffic Control Applications. *EvoWorkshops 2006*, LNCS 3907, pp. 495–499.
- Calabrese, F., Colonna, M., Lovisolo, P., Parata, D., Ratti, C. (2011). Real-Time Urban Monitoring Using Cell Phones: A Case Study in Rome. *Transaction on Intelligent Transportation Systems*. IEEE.
- Binzenh, A., Leibnitz, K. (2007). Estimating Churn in Structured P2P Networks. *ITC 2007*, LNCS 4516, pp. 630–641. Springer.
- Herrera, O., Znati, T. (2007). Modeling Churn in P2P Networks. *Proceedings of the 40th Annual Simulation Symposium (ANSS'07)*.
- Kargupta, H., Sarkar, K., Gilligan, M. (2010). MineFleet®: an overview of a widely adopted distributed vehicle performance data mining system. *16th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (ACM SIGKDD)*.

- Klakhaeng, N., Yaothanee, J., Sinthupinyo, S., Pattara-Atikom, W. (2011) Traffic Prediction Models for Bangkok Traffic Data. *The 8<sup>th</sup> Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI)*.
- Kent, (2010). Kent Travel Report. Kent County Council.
- Novák, J., Lud]k Sýkora L. (2007). A city in motion: time-space activity and mobility patterns of suburban inhabitants and the structuration of the spatial organization of the Prague metropolitan area. *Journal compilation*. Swedish Society for Anthropology and Geography.
- Thong, S., Han, C., Rahman, T. (2007). Intelligent Fleet Management System with Concurrent GPS & GSM Real-Time Positioning Technology. *7<sup>th</sup> International Conference on ITS (ITST '07)*.
- Rionda, A., Martínez, D. Pañeda, X.G., Arbesú, D., Jimenez, E., Linera, F.F. (2012). Sistema tutor para la conducción eficiente de vehículos de combustión. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (RITA). IEEE Education Society.
- SAE, (1998). J1962. OBD-II. Vehicle E E System Diagnostic Standards Committee.
- Schrank, D., Lomax T., Eisele, B. (2011). TTI's 2011 Urban Mobility Report. Texas Transportation Institute.
- Singh, S.K., (2006). Future mobility in India: Implications for energy demand and CO<sub>2</sub> emission. *Transport Policy*. Elsevier.
- Usman, M., Lim S. (2010). Privacy Implications of Automated GPS Tracking and Profiling. *Technology and Society Magazine*. 1932-4529/10. IEEE.
- Varandas, L., Vaidya, B., Rodrigues, J (2010). mTracker: A Mobile Tracking Application for Pervasive Environment. *24<sup>th</sup> International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*. IEEE.
- York, (2006). Local Transport Plan 2006-2011. York, City of York.

## **Crítérios Editoriais**

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, propriedade da AISTI (Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (<http://www.aisti.eu>).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

## **Criterios Editoriales**

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, propiedad de la AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (<http://www.aisti.eu>).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

## Chamada de Artigos

Encontra-se aberto até 19 de Abril de 2013 o período de envio de artigos para o décimo primeiro número da RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), o qual será publicado durante o próximo mês de Junho de 2013.

Este número é dedicado à Interação Homem-Computador e pretende integrar contribuições originais e relevantes nas diferentes dimensões e vertentes desta temática. Os tópicos recomendados incluem os listados abaixo. No entanto, também serão bem-vindos outros tópicos relacionados com estas temáticas mas aqui não incluídos:

- Usabilidade
- Acessibilidade
- Adaptabilidade
- Desenvolvimento de interfaces
- Dispositivos de interação
- Avaliação de sistema interativos
- Ferramentas de desenvolvimento de interfaces
- Metodologias de estudo da interação
- Realidade Virtual aumentada
- Sistemas interativos e multimodais
- Sistemas sensíveis ao contexto
- Visualização da informação

Os artigos devem ser escritos em Português ou Espanhol. Para informações sobre dimensão, normas de formatação e processo de submissão, agradecemos a consulta do Portal da AISTI: <http://www.aisti.eu>

## Llamada de Artículos

Se encuentra abierto hasta al día 19 de Abril de 2013 el período de envío de artículos para el decimo primero número de la RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), el cual será publicado durante el próximo mes de Junio de 2013.

Este número se dedica a la Interacción Humano-Computadora. Pretende integrar contribuciones originales y relevantes en las diferentes dimensiones y aspectos de este tema. Los asuntos recomendados incluyen los abajo listados, pero también serán bienvenidos otros asuntos relacionados con la temática y aquí no incluidos:

- Usabilidad
- Accesibilidad
- Adaptabilidad
- Desarrollo de interfaces
- Dispositivos de interacción.
- Evaluación de sistemas interactivos
- Herramientas para el desarrollo de interfaces de usuario
- Metodologías para el estudio de la interacción
- Realidad Virtual y aumentada
- Sistemas interactivos y multimodales
- Sistemas sensibles al contexto
- Visualización de la información

Los artículos deben ser escritos en portugués o español. Para obtener información sobre longitud, reglas de formato y proceso de envío, por favor consulte el Portal de la AISTI: <http://www.aisti.eu>

**Os asociados da AISTI recebem a RISTI gratuitamente, por correio postal. Torne-se associado da AISTI. Preencha o formulário abaixo e envie-o para o e-mail [aisti@aisti.eu](mailto:aisti@aisti.eu)**

**Los asociados de la AISTI reciben la RISTI por correo, sin costo alguno. Hazte miembro de la AISTI. Rellena el siguiente formulario y remítelo al e-mail [aisti@aisti.eu](mailto:aisti@aisti.eu)**



## Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: \_\_\_\_\_

Instituição/Institución: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Morada/Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Localidade/Localidad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Telefone/Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Web: \_\_\_\_\_

Tipo de Associado e valor da anuidade:

☐ Individual - 25€

☐ Instituição de Ensino ou I&D/Institución de Educación o I&D - 250€

☐ Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: \_\_\_\_\_

Data/Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura/Firma: \_\_\_\_\_



Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação



Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

**Apoio**



**ACADEMY PUBLISHER**

<http://www.academpublisher.com/>

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR