

# Uma proposta de um modelo evolutivo para redes de difusão do conhecimento organizacional

*A proposal for an evolutionary model for networks of diffusion of organizational knowledge*

# 5

ARTÍCULO



## Renelson Ribeiro Sampaio

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Pós-doutorado (2010/11), no Departamento de Sociologia, Universidade de Wisconsin Madison / Ph.D. (1986) na área de Economia da Inovação na Unidade de Pesquisa de Políticas Científicas - SPRU, Universidade de Sussex, Inglaterra. Mestrado (1979) em História e Estudos Sociais da Ciência - Universidade de Sussex, Inglaterra.  
Professor SENAI CIMATEC - Salvador / BA.

renelson.sampa@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-1022-5732>

## Roberto Luiz Souza Monteiro

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC / Universidade do Estado da Bahia.

Pós-doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC (2012). Doutor em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal de Bahia. Mestrado em Modelagem Computacional pela Fundação Visconde de Cairu (2005). Professor da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC e da Universidade do Estado da Bahia. Tem experiência na área de Informática e Sociedade, com ênfase em Ciências Sociais Aplicadas e Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens Formais e Autômatos.

robertolsmonteiro@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-3931-5953>

## Rogério Vital Lacerda

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Estudante de Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI CIMATEC - PPG-MCTI. Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC - PPG-MCTI (2010). Gestor de Tecnologia da Informação na Empresa Baiana de Alimentos S.A., Salvador, Bahia, Brasil.

rogerio.lacerda1401@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-3161-2109>

# Ângela Xavier de Souza Nolasco

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Estudante de Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI CIMATEC – PPG-MCTI. Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC-UFBA-ITA (2012).

angela.nolasco@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9514-217X>

# Mariângela Terumi Nakane

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Estudante de Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI CIMATEC – PPG-MCTI. Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade de São Paulo - USP / SP (1993), Universidade de Campinas - Unicamp (1988).

mariangelanakane@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-4151-5994>

Fecha de recepción: 23 de abril de 2017 / Aceptación: 20 de octubre de 2017

---

## Resumo

Neste artigo, apresentamos um modelo teórico para simular a difusão de conhecimento em redes sociais organizacionais usando uma abordagem evolutiva. Partindo do pressuposto que redes sociais, baseadas em processos de colaboração e cooperação entre pessoas, evoluem como organismos vivos, como descreveu Charles Darwin em “A Origem das Espécies”, a proposta é apresentar um modelo evolutivo para a difusão do conhecimento, em uma organização, em que os atores atuam como propagadores e / ou receptores de conhecimento, dependendo dos seus atributos. Consideram-se cada atributo como um gene, cujo

conjunto, constitui um cromossomo. Baseado na teoria de Darwin, o modelo propõe mecanismos de cruzamentos e utilização de mutação entre os diversos atores envolvidos no processo de difusão do conhecimento, durante várias gerações, até que seja atingida uma condição de parada. A principal contribuição do modelo é a proposição de um contexto aderente ao estudo da dinâmica de redes, utilizando os atributos dos atores e do ambiente organizacional como parâmetros.

## PALAVRAS CHAVE

Algoritmo evolutivo, conhecimento organizacional, redes sociais, difusão do conhecimento.

## Abstract

*In this article, we present a theoretical model to simulate the diffusion of knowledge in organisational social networks using an evolutionary approach. Based on the assumption that social networks deriving from processes of collaboration and cooperation between people evolve like living organisms, as described by Charles Darwin in "The Origin of Species", the proposal is to present an evolutionary model for the diffusion of knowledge in organisations, in which individuals act as knowledge propagators and receivers, depending on their attributes. Each attribute is regarded as a gene, and together they constitute a chromosome. Based on Darwin's theory, the model proposes mechanisms of crossover and mutation among the various agents involved in the process of diffusion of knowledge, over several generations, until a stopping condition is reached. The main contribution of the model is the proposition of a context for the study of network dynamics, using the attributes of agents and the organisational environment as parameters.*

## KEYWORDS

*Evolutionary algorithm, organisational knowledge, social networks, knowledge diffusion.*

## Resumen

En este artículo, se presenta un modelo teórico para simular la difusión del conocimiento en organizacioanis redes sociales utilizando un enfoque evolutivo. Suponiendo que las redes sociales, sobre la base de los procesos de colaboración y cooperación entre las personas, evolucionan a medida que los organismos vivos, como se describe por Charles Darwin en "El origen de las especies", la propuesta es introducir un modelo evolutivo para la difusión del conocimiento en una organización , en la que los actores actúan como propagadores y / o receptores de conocimiento, en función de sus atributos. Cada atributo se consideran como un gen, que juntos constituyen un cromosoma. Sobre la base de la teoría de Darwin, los cruces propõemecanismos modelo y el uso de mutación entre diversosatores Proceso involucrados en la difusión del conocimiento durante varias generaciones, hasta que se alcanza una condición de parada. La principal contribución del modelo es el de proponer un contexto adherente a estudiar la dinámica de las redes, el uso de los atributos de los actores y el entorno de la organización como parámetros.

## PALABRAS CLAVE

Algoritmo evolutivo, conocimiento de la organización, redes sociales, difusión del conocimiento.

---

## 1. INTRODUÇÃO

É fácil notar que as organizações sobrevivem, atualmente, em um ambiente de constantes mudanças. Mudanças de ordem ambiental, social, econômica, tecnológica, cada vez mais profundas e capazes de moldar e influenciar as próprias organizações. Diante dessa realidade, muitos autores (Stacey, 1996; Holland, 1997; Seel, 2000; Olson e Eoyang, 2001; Nonaka e

Toyama, 2002, 2003; Morgan, 2007; Nonaka et al., 2014) vêm, metaforicamente, comparando uma organização a um organismo biológico, vivo, capaz de adaptar-se a mudanças, evoluir e, dessa forma, sobreviver no seu meio ambiente.

Por outro lado, nesse mesmo cenário, complexo e repleto de transformações, outros autores e pesquisadores defendem a ideia de que as organizações devem desenvolver estratégias

que garantam a sua sobrevivência e sucesso, nos seus respectivos nichos de atuação, tendo como base a estruturação e utilização, de forma consistente, do conhecimento que permeia o seu ambiente organizacional, considerando-o, assim, o seu principal ativo. (Terra, 2001; Drucker, 2006; Castells, 2007; Senge, 2008).

Esse artigo, portanto, apresenta a ideia de que as organizações necessitam, de forma cíclica e constante, desenvolver e implantar estratégias e planos de ações que estabeleçam as bases para a sua sobrevivência, no dinâmico mercado em que atuam, utilizando o conhecimento organizacional. O desenvolvimento de tais estratégias organizacionais deve levar em consideração as interferências causadas pelo meio ambiente, as competências que as empresas (indivíduos) já possuem ou precisam adquirir, bem como as formas de interação dos seus agentes internos com o meio ambiente e entre si. Em resumo, tal qual um organismo biológico ou uma espécie, a organização precisa se adaptar, constantemente, para poder sobreviver e conhecimento organizacional é fonte dessa adaptação.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL

Ao longo dos anos, já foram apresentadas algumas teorias sobre o surgimento e utilização do conhecimento organizacional. Esse artigo aborda a Teoria desenvolvida nos trabalhos de Nonaka e Takeuchi (1997, 2008), através do modelo SECI (Socialização – Externalização – Combinação – Internalização) e alguns outros estudos complementares a essa teoria (Nonaka e Konno, 1998; Nonaka, Toyama e Kon-

no, 2000; Von Krogh, Ichijo e Nonaka, 2001; Nonaka e Toyama, 2002, 2003; Nonaka e Von Krogh, 2009; Von Krogh, Nonaka e Rechsteiner, 2012), para suportar a ideia de que o conhecimento que pode ser utilizado como fonte de adaptação e sobrevivência por uma organização, nasce e depende dos conhecimentos e habilidades oriundos dos indivíduos e podem ser disseminados entre os grupos sociais dessa organização.

O modelo SECI baseia-se, em primeiro lugar, na definição e diferenciação de dois tipos de conhecimento humano - o conhecimento explícito e o conhecimento tácito. Esses dois tipos de conhecimento coexistem nas empresas e permite entender uma das duas dimensões do modelo, a chamada dimensão epistemológica.

Adicionalmente, o modelo propõe, como parte de criação do conhecimento, a própria mobilização e conversão do conhecimento tácito, através da espiral do conhecimento. Conhecimento, esse, que será ampliado nos diversos níveis organizacionais, representado a segunda dimensão, que é a ontológica.

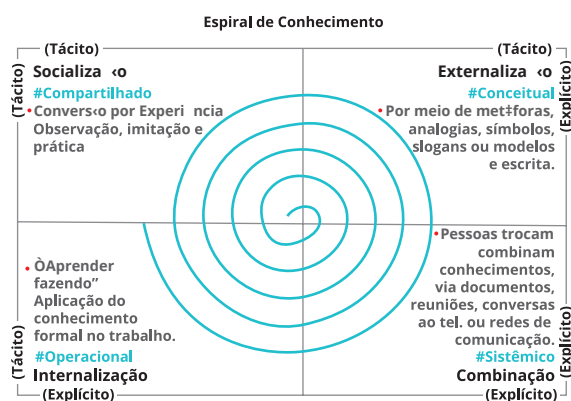
Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, 2008) o conhecimento explícito é aquele que é codificado e pode ser transmitido em uma linguagem formal e sistemática. Já o conhecimento tácito é pessoal, específico e sensível ao contexto e dificilmente consegue ser comunicado e até mesmo formulado. (Tabela 1)

Um novo conhecimento sempre surge a partir do indivíduo, segundo a teoria de Nonaka e Takeuchi (1997, 2008). Esse conhecimento pode, então, ser transformado em conhecimento organizacional e ser utilizado pela empresa como um todo. A Figura 1 mostra a Espiral do Conhecimento, proposta no modelo SECI, e os modos de conversão do conhecimento. (Figura 1)

**Tabela 1.** Tipos de conhecimentos apresentados no Modelo SECI

Conhecimento Tácito (Subjetivo)	Conhecimento Explícito (Objetivo)
Conhecimento da experiência (corpo)	Conhecimento da racionalidade (mente)
Conhecimento simultâneo (aqui e agora)	Conhecimento seqüencial (lá e então)
Conhecimento análogo (prática)	Conhecimento digital (teoria)

Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997).



**Figura 1.** Espiral do conhecimento. Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997).

Portanto, fazer com que o conhecimento individual se torne disponível para os outros indivíduos de uma organização é o centro do trabalho de criação do conhecimento a ser realizado. Assim sendo e, segundo Nonaka e Takeuchi (1997, 2008), o modelo SECI revela-se dinâmico e baseia-se no pressuposto de que o conhecimento humano é criado e expandido através da constante interação social entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito.

Nonaka e Toyama (2003) argumentam, também, que o processo de geração e conversão do conhecimento é, na verdade, um processo de sintetização de contradições. Para esses autores, enquanto a informação é uma parte da realidade que é cortada com base num quadro

pré-determinado, o conhecimento é uma realidade que é vista a partir de um determinado ângulo. Isso significa dizer que o conhecimento não existe sem o seu contexto. Em outras palavras, conhecimento não se trata de uma verdade absoluta.

Dessa forma, os opostos podem ser encontrados dentro de uma realidade, dependendo dos pontos de vista, e a criação do conhecimento é um processo de sintetização desses opostos, transformando-os e unindo-os de forma a transcender a realidade existente. Contradição, portanto, é uma necessidade, não um obstáculo, para a criação. Ao tentar sintetizar as contradições, pode-se transcender o equilíbrio ótimo existente e se criar uma nova realidade. (Nonaka e Toyama, 2002, 2003).

Além disso, o conhecimento precisa de um contexto físico para ser criado. Como estabelecido previamente, o conhecimento depende de um contexto específico, como também depende de um determinado espaço de tempo e local para ocorrer.

O conhecimento não existe apenas na cognição de alguém. Em vez disso, ele é criado em determinadas circunstâncias. O processo de criação de conhecimento é, portanto, necessariamente e especificamente contextualizado em termos de tempo, espaço e nas relações com os outros. (Nonaka e Konno, 1998; Nonaka, Toyama e Konno, 2000; Nonaka e Toyama, 2002, 2003).

## 2.2. REDES SOCIAIS

### 2.2.1. CONCEITOS SOBRE REDES SOCIAIS

Novos paradigmas surgiram para explicar as organizações como organismos que aprendem (Ruas et al., 2006; Morgan, 2008; Senge, 2008), utilizando-se de modelos baseados em

redes (Castells, 2007; Cross, 2009) ou fractais (Nonaka et al., 2014), que vêm tomando o lugar do modelo hierárquico clássico que prevaleceu durante muito tempo como forma de organização das pessoas em uma empresa.

Os primeiros estudos sobre redes sociais que tiveram destaque foram produzidos por Mark Granovetter, sociólogo norte-americano, em particular, os trabalhos *The Strength of Weak Ties*, publicado em 1973, e *Getting a Job* – publicado em 1974.

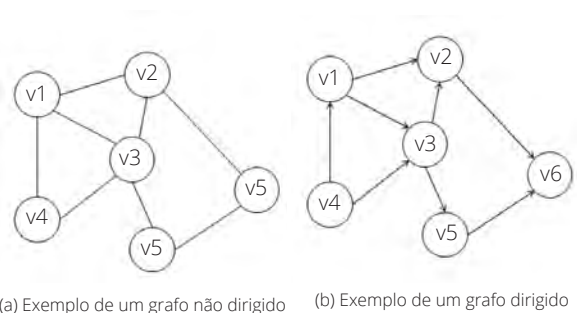
De acordo com a visão de Granovetter et al. (1998), as redes sociais são um conjunto de nós ou atores ligados por relações sociais ou laços de tipos específicos. Um laço ou relação entre dois autores tem força e conteúdo. Esse conteúdo pode incluir informação, conselho ou amizade, interesses compartilhados e, normalmente, contém algum nível de confiança entre os envolvidos.

Além da facilidade de se aplicar o conceito de redes em diversos tipos de estudos, outro benefício de se utilizar uma rede é a maneira com a qual se pode representá-la graficamente, especialmente, através de um grafo.

Um grafo  $G = (V, E)$ , por sua vez, é um par ordenado de conjuntos finitos de elementos,  $V$  e  $E$ , onde os elementos do conjunto  $V$  são chamados de vértices (nós), enquanto os elementos do conjunto  $E$  são chamados de arestas ou arcos (laços) de  $G$ .

Um grafo pode ser dirigido ou não dirigido, conforme mostra a Figura 2. Um grafo é dito não dirigido quando uma aresta  $e = (v, u) = (u, v)$  e pertence ao conjunto de arestas  $E$ . Caso contrário, é dito grafo dirigido e  $E$  representa o conjunto de arcos de  $G$ . (Joyner, Nguyen e Cohen, 2011). (Figura 2).

De maneira complementar, os conceitos e métodos sobre análise de redes sociais, trazi-



**Figura 2.** Exemplos de grafos. Fonte: Elaboração própria.

dos por Wasserman e Faust (1999), têm sido bastante utilizados na comunidade científica, para analisar relacionamentos entre entidades sociais e os padrões e implicações desses relacionamentos, que podem ser de diversos tipos, tais como, econômicos, políticos, afetivos e sociais. Importante frisar que existem diversos aspectos e propriedades das redes que podem ser analisados e estudados, considerando uma organização e seus processos.

Nesse artigo, serão abordados dois desses aspectos – a centralidade e o prestígio. Isso se dá pelo fato de que, nesse estudo, está-se buscando maneiras de se identificar importantes elementos de redes que possam representar ou espelhar como o conhecimento está sendo difundido em uma organização e, se existem atores ou indivíduos que sejam considerados fundamentais para esse processo acontecer.

Segundo Wasserman e Faust (1999), os conceitos de centralidade e prestígio estão ligados à importância dos atores de uma rede social. Considerando que alguns indivíduos possam desempenhar papéis estratégicos no processo de construção e difusão de conhecimentos, pode-se estabelecer como diferencial, a identificação, nas redes organizacionais, daqueles atores de maior centralidade e prestígio e, a partir dessa identificação, propor ações mais eficazes e eficientes para a disseminação dos conhecimentos produzidos por tais elementos.

A centralidade normalmente se aplica a grafos, e está associada aos laços dos quais o nó participa. O grau de centralidade é a mensuração do grau de “atividade” ou participação de um determinado nó, com base no cálculo da quantidade de linhas adjacentes. As setas que apontam para o nó indicam a quantidade de in-degrees, ou seja, o número de indicações que o nó recebe de outro. As indicações que saem de cada nó representam, por sua vez, a quantidade de out-degrees (Wasserman e Faust, 1999). Essas propriedades indicam o quanto determinado ator é consultado ou realiza consultas a outros atores na rede. Esse tipo de análise pode apontar para pessoas importantes na organização ou pessoas que podem representar restrições em processos organizacionais.

O prestígio, por outro lado, normalmente se refere aos laços recebidos por um nó em um grafo direcionado. O conceito de prestígio considera a direção das linhas no grafo, e analisa os laços recebidos pelos atores. Genericamente, os atores representados nas redes sociais que recebem maior número de laços têm maior prestígio.

### **2.2.2. ATORES NAS REDES SOCIAIS**

Através de estudos realizados em diversas organizações, utilizando Análise de Redes Sociais, Cross e Prusak (2002) identificaram quatro importantes tipos de indivíduos (atores) que participam do processo de difusão de fluxos informacionais nas redes: (i) conectores centrais; (ii) corretores de informação; (iii) expansores de fronteiras e (iv) especialistas periféricos.

Os conectores centrais (central connectors) são também chamados de hubs. São indivíduos que se ligam a muitos outros, em uma rede. Muitas vezes não são líderes formais na organização, mas podem fornecer conhecimentos impor-

tares e necessários para o funcionamento dos processos organizacionais. Normalmente, são indivíduos que aprendem rápido, têm um desempenho superior aos demais e são mais comprometidos e menos propensos a sair da organização. Importante salientar que, de forma consciente ou não, esses indivíduos podem criar uma forte dependência dos demais com relação a eles. Essa concentração e controle do fluxo informacional podem gerar gargalos e tornar ineficiente a comunicação na rede. A saída desses indivíduos muitas vezes representa fragmentação e perda de eficiência na rede. (Cross e Prusak, 2002; Chan e Liebowitz, 2006).

Corretores de informação (information brokers) são os indivíduos que mantêm diferentes subgrupos da rede juntos, incentivando, assim, a capacidade colaborativa e inovadora dentro da organização. Funcionam como uma espécie de ponte (bridge) entre os subgrupos. Se não houvesse essa comunicação entre os subgrupos, provavelmente, a rede iria se desintegrar em pequenos segmentos menos eficazes, formando ilhas isoladas. Atores que desempenham o papel de corretor de informação são tão importantes quanto aqueles que atuam como conectores centrais, pois possuem poder similar, sem possuir a quantidade de ligações diretas que caracterizam este último. No entanto, os corretores informacionais são caracterizados pela grande quantidade de conexões indiretas, o que facilita a sua utilização para gerenciar grandes redes informais, através da disseminação de certos tipos de informações, promovendo a conectividade na rede com investimentos menores de tempo e energia. (Cross e Prusak, 2002; Chan e Liebowitz, 2006).

Os indivíduos chamados de expansores de fronteira (boundary spanners) são aqueles que conectam uma rede informal com outras partes da organização ou com redes similares em outras organizações. Eles, frequentemente,

se comunicam com pessoas de vários departamentos e áreas de informações externas e, geralmente, são inovadores por acessarem informações em outros grupos. Tal papel é fundamental quando se necessita compartilhar habilidades e estabelecer alianças estratégicas para desenvolver novos produtos. As organizações, normalmente, possuem poucos atores que desempenham o referido papel, em virtude da expertise necessária e da necessidade de possuir um perfil que seja aceito por diferentes grupos. Trata-se de um papel fundamental, principalmente em empresas globais e em processos de inovação, em virtude da possibilidade de conectividade com importantes redes. (Cross e Prusak, 2002; Chan e Liebowitz, 2006).

Por último, os autores apresentam os especialistas periféricos (*peripheral specialists*). São aqueles indivíduos que, muitas vezes, ainda não conseguiram se integrar ao grupo seja porque ainda são recém-chegados seja porque ainda não se adaptaram à cultura da organização. São atores a quem outros atores recorrem quando necessitam de algum tipo de apoio especializado, de informações, de conhecimento técnico ou de habilidades específicas. Existem muitos atores que ocupam posições periféricas, para os quais é necessária uma maior intensidade de ligações, por serem novos na organização, por exemplo. Nestes casos, estes atores periféricos devem ser envolvidos em projetos internos ou externos com colegas mais experientes, criando uma espécie de mentoring, ou em programas e reuniões que facilitem o envolvimento, através do entendimento de interesses e especialização. Já o especialista periférico posiciona-se na periferia de forma intencional, em virtude das características das atribuições que desempenha, como, por exemplo, no caso de profissionais que realizam uma série de reuniões com clientes ou

que têm atribuições de pesquisa envolvendo um ambiente de trabalho mais restrito; ou até mesmo por razões pessoais. (Cross e Prusak, 2002; Chan e Liebowitz, 2006).

Uma dificuldade do estudo da rede é compreender ou prever o seu comportamento ao longo do tempo, uma vez que, ao ser representada através de um grafo, ela mostra uma “fotografia” daquele momento, conforme mostra estudos apresentados por Sampaio et al. (2013).

Muitas vezes, faz-se necessário estudo ao longo do tempo dessas redes para se ter a verdadeira compreensão da sua dinâmica de organização.

### **2.3. ALGORITMOS EVOLUTIVOS**

A Computação Evolutiva é considerada uma área de pesquisa recente, mas que tem se expandido rapidamente e em muitos segmentos. Muitos pesquisadores atribuem, a esse crescimento, alguns motivos, tais como, a capacidade dos algoritmos, desenvolvidos sob essa ótica, em encontrar soluções adequadas ou viáveis para problemas considerados complexos, e que ainda não foram resolvidos por outras técnicas computacionais; a simplicidade dos métodos, chamados de Algoritmos Evolutivos, que utilizam princípios básicos de Teoria da Evolução e Genética, mas que podem ser modelados por poucas e simples linhas de código; adaptação, com relativa facilidade, para problemas das mais diversas áreas, ampliando, dessa forma e de maneira significativa, a sua utilização como solução para os mais variados problemas, a exemplo dos trabalhos publicados por Monteiro (2012), Moret et al. (2012), Carneiro, Monteiro e Pereira (2013), Carneiro et al. (2014), Monteiro et al. (2014), Monteiro et al. (2015).



Essa área de pesquisa originou-se de várias linhas de estudo, cuja interação produziu os Algoritmos Evolutivos atuais. Dentre essas linhas, provavelmente, os Algoritmos Genéticos sejam os mais conhecidos, principalmente devido à sua utilização no campo da Inteligência Artificial. Por outro lado, os Algoritmos Genéticos são uma técnica evolutiva universal.

Os primeiros trabalhos a respeito de Algoritmos Evolutivos tiveram registro na década de 1930, quando sistemas evolutivos naturais passaram a ser investigados como algoritmos de exploração de múltiplos picos de uma função objetivo. Entretanto, somente com o avanço tecnológico e maior acesso a computadores mais potentes, a partir da década de 1960, é que os desenvolvimentos de Algoritmos Evolutivos foram intensificados, com a possibilidade de realização de diversos estudos teóricos e empíricos. (De Jong, 2006).

Segundo De Jong (2006), a partir desse contexto, então, três principais abordagens foram desenvolvidas, de forma independente, para os Algoritmos Evolutivos: (i) a programação evolutiva; (ii) as estratégias evolutivas e (iii) os algoritmos genéticos.

Para Eiben e Smith (2003), no entanto, o princípio básico de todas essas técnicas é o mesmo. Dada uma determinada população de indivíduos, pressões do ambiente desencadeiam um processo de seleção natural, ou seja, um processo que privilegia as melhores soluções, até então encontradas, o que causa um incremento na adequação das soluções. Gera-se, aleatoriamente, um conjunto de soluções, isto é, elementos pertencentes ao domínio daquela função, e aplica-se a função para medir a qualidade das soluções candidatas, atribuindo-lhes um valor que mede sua adequação, chamado fitness. (Eiben e Smith, 2003).

Tomando como base o fitness, algumas das melhores soluções são selecionadas para dar origem a uma nova população, através da aplicação de operadores de recombinação e/ou mutação. A recombinação é um operador aplicado a duas ou mais soluções candidatas – chamadas pais – e resulta em duas ou mais novas soluções – chamadas descendentes ou filhos. A mutação, por sua vez, é aplicada em uma candidata a fim de gerar outra. (Eiben e Smith, 2003).

Ao final desse processo, as novas candidatas – descendentes – “competem” com as candidatas da geração anterior, com base no fitness, para assumir um lugar na nova população. Esse processo é iterado (repetido) até que uma candidata apresente uma solução que seja suficientemente qualificada ou até que um número máximo de iterações (repetições), também chamadas gerações seja obtido. (Eiben e Smith, 2003).

Vários componentes de um processo evolutivo são estocásticos: a seleção favorece indivíduos mais bem adaptados, ou seja, aquele com melhor fitness, no entanto, existe também a possibilidade de serem selecionados outros indivíduos. A recombinação dos indivíduos é, portanto, aleatória, assim como a mutação.

Os Algoritmos Evolutivos foram desenvolvidos originalmente como ferramentas de modelagem e simulação computacional. No entanto, rapidamente, passaram a ser explorados como técnica de otimização. Vale destacar também que, diferentemente de outras técnicas de busca e otimização, as quais em geral constroem uma única solução por iteração, os Algoritmos Evolutivos trabalham com conjuntos de soluções, o que reduz, em muitos casos, o número de iterações necessárias para a obtenção das soluções, reduzindo o tempo de convergência. (De Jong, 2006).

Os Algoritmos Evolutivos são fortemente inspirados em processos evolutivos que ocorrem na natureza. Ainda segundo De Jong (2006), os principais componentes dos sistemas evolutivos são:

- a) Populações de indivíduos: uma ou mais populações concorrem por recursos limitados;
- b) Aptidão, que reflete a habilidade do indivíduo para sobreviver e reproduzir-se;
- c) A noção de mudanças dinâmicas nas populações devido ao nascimento e morte dos indivíduos;
- d) Os conceitos de variabilidade e hereditariedade, ou seja, os novos indivíduos possuem muitas das características de seus pais, embora não sejam idênticos.

De acordo com Ridley (1996), tais conceitos foram inspirados na chamada Teoria Sintética da Evolução, também conhecida como neodarwinismo. O neodarwinismo admite que os principais fatores evolutivos sejam a mutação, a recombinação gênica e a seleção natural. (LewontineLevins, 1985; Ridley, 1996; Lewontin, 2000).

A origem da variabilidade é a mutação, processo pelo qual o gene sofre alterações em sua estrutura. Tais alterações são modificações na seqüência de bases do DNA. Essa molécula, quando duplicada, produz cópias idênticas de si, ou seja, diferentes da original (sem mutação), transmitindo hereditariamente a mudança. (Ridley, 1996).

Ressalta-se, no entanto, que o processo evolutivo seria relativamente lento se não fosse possível colocar juntas, em um mesmo indivíduo, mutações ocorridas em indivíduos da geração anterior. O fenômeno que possibilita esse evento é a reprodução sexuada. É impor-

tante considerar que a seleção natural não atua aceitando ou rejeitando mudanças individuais, mas sim escolhendo as melhores combinações gênicas entre todas as variações presentes na população. (Ridley, 1996).

A seleção natural é, portanto, consequência de dois fatores primordiais (Darwin, 1859; Lewontin e Levins, 1985; Ridley, 1996; Lewontin, 2000):

1. O fato de que os membros de uma espécie diferem entre si;
2. A espécie produz descendência em maior número de indivíduos que, de fato, podem sobreviver.

Em linhas gerais, acredita-se na ideia de que os indivíduos mais aptos a sobreviver são aqueles que, graças à variabilidade genética, herdaram a combinação gênica mais adaptada para determinadas condições naturais. Essa ideia será traduzida, no âmbito da pesquisa, em encontrar, na organização, os indivíduos mais aptos que detêm o conhecimento – “genes” – sobre uma competência específica e gerar alternativas de transmitir esses “genes” para outros indivíduos.

Além disso, algumas definições e terminologias serão amplamente utilizadas no escopo do trabalho e faz-se necessário, portanto, conhecê-las.

- Cromossomo – Gene – Alelo

Cromossomo é a estrutura que codifica como cada um dos organismos é construído. Os cromossomos associam-se de modo a formar um organismo e seu número varia de uma espécie para outra. O conjunto completo de cromossomos de um ser vivo é chamado genótipo e as características do organismo gerado com base no genótipo constituem o fenótipo. Os cromossomos são, então, codificados em um conjunto de símbolos chamados genes, cujos diferentes

valores, são chamados alelos. De forma similar, a representação de soluções de um problema pode ser codificada em uma estrutura de dados chamada cromossomo. (Deb et al., 2000; Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002).

A representação das soluções candidatas – indivíduos – é o primeiro estágio da elaboração de um Algoritmo Evolutivo e é primordial para o seu desempenho. Essa etapa consiste na definição do genótipo – conjunto de cromossomos – e da forma com que esse genótipo é mapeado no fenótipo. Dependendo da escolha, são necessários operadores de reprodução específicos (Deb et al., 2000; Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002).

A codificação mais simples é a representação binária: o genótipo é definido como um arranjo de 0 (ZERO) e 1 (UM). É necessário definir o tamanho do arranjo, bem como o mapeamento genótipo–fenótipo. Entretanto, em muitas aplicações do mundo real, a representação binária pode apresentar fraco poder de expressão (Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002), não sendo eficiente na representação das possíveis soluções. Uma alternativa empregada é a representação através de números de ponto flutuante ou representação com números reais, segundo a qual as soluções são arranjos de números reais. Essa representação é usualmente empregada quando os genes são distribuídos em um intervalo contínuo, em vez de um conjunto de valores discretos (Deb et al., 2000; Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002; Eiben e Smith, 2003).

- Fitness

O valor do fitness de um indivíduo é um número positivo que mede o quão adequado é a solução encontrada. Em alguns problemas de otimização, o fitness pode ser, por exemplo, o custo da solução. Se o problema for de minimização, as soluções de maior fitness são aquelas

de menor custo (Deb et al., 2000; Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002; Eiben e Smith, 2003).

- Operadores de Reprodução – Pais – Descendentes

Os Algoritmos Evolutivos trabalham sobre um ou mais cromossomos a fim de gerar novas soluções que são chamadas de descendentes. Os operadores que trabalham sobre cromossomos são chamados de operadores de reprodução e são eles: (i) a recombinação ou crossover e (ii) a mutação. Esses operadores fazem analogia aos principais mecanismos de evolução natural, ou seja, a recombinação e a mutação gênica. A recombinação é aplicada, em geral, a um par de cromossomos. Os indivíduos selecionados para o processo de recombinação são chamados pais. A mutação, por sua vez, é aplicada a um simples cromossomo, modificando-o aleatoriamente (Deb et al., 2000; Deb, 2001; CoelloCoello et al., 2002; Eiben e Smith, 2003).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse artigo propõe uma extensão do Modelo Elite, apresentado por Monteiro et al. (2015), que tem por base o trabalho da Tese de Doutorado de Monteiro (2012) e seu artigo Monteiro et al. (2014).

De forma similar aos trabalhos anteriores, esse estudo concentra-se na apresentação de um modelo – estendido – que possa simular o processo de difusão do conhecimento em redes, onde a motivação para a formação das relações de cooperação entre os atores seja a afinidade.

O trabalho explora redes intraorganizacionais, mais especificamente, redes levantadas em uma empresa de TIC, sediada na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Através de um Estudo

de Caso, pretende-se investigar o processo de difusão do conhecimento em uma das expertises ou competências da organização e, para isso, foi selecionado o desenvolvimento de software, que utiliza a governança do modelo MPS.Br Nível C, para ser estudado.

## 4. MODELO EVOLUTIVO

O modelo evolutivo, proposto nesse artigo, a exemplo daqueles apresentados por Monteiro (2012), Carneiro (2014), Monteiro et al. (2014) e Monteiro et al. (2015) também tem como uma de suas prerrogativas, a ideia que atributos ou características dos indivíduos – atores das redes – determinam a afinidade, ou semelhança, entre os mesmos. Esta afinidade, por sua vez, determina uma probabilidade de que relações de cooperação, colaboração e difusão do conhecimento sejam estabelecidas, dentro de organizações. Assim, percebe-se a importância e necessidade de se determinar um modelo que aponte as condições para que esses relacionamentos sejam criados e alimentados.

Outra prerrogativa do modelo é que, apesar de existirem diversas fontes de conhecimento – manuais, blogs, livros, sistemas informatizados, etc. – disponíveis a todos numa organização, a primeira fonte de obtenção de conhecimento são as pessoas, com base nos aspectos da afinidade que as aproximam. Um dos objetivos do modelo é propor a disseminação desse conhecimento.

Para isso, alguns conceitos da engenharia genética como, por exemplo, a representação de cromossomos, genes, mecanismos de cruzamento e mutação são utilizados e adaptados para o modelo proposto.

A proposta é desenvolver um Algoritmo Evolutivo (AE) capaz de “evoluir redes”. No AE, cada ator é composto ou representado por um

conjunto de cromossomos, cuja codificação é determinada com base em seus genes. De forma similar aos modelos propostos por Monteiro et al. (2014) e Monteiro et al. (2015), os genes constituem os atributos que definirão a existência de uma afinidade maior ou menor entre os atores de uma rede, influenciando no sucesso ou fracasso da formação dos laços de cooperação e, conseqüente, difusão do conhecimento. Neste modelo, a rede evolui através de várias gerações, que são modificadas para se tornar cada vez mais eficientes.

Considera-se, ainda, que os indivíduos que se destacam na rede são aqueles com maior grau de centralidade e, por analogia com as teorias de Evolução, são os indivíduos mais adaptados (indivíduos de elite) porque conseguem estabelecer o maior número de relações de cooperação na última geração.

Para que haja uma interação entre os atores, é necessário que haja a motivação. Assim, tanto nos modelos apresentados por Monteiro et al. (2014) e Monteiro et al. (2015), dois atores estabelecem uma relação de cooperação se houver uma afinidade mínima, ou seja, uma similaridade de atributos entre eles, e essa ideia é mantida no modelo aqui proposto.

Da mesma forma, no modelo de difusão do conhecimento baseado na afinidade, a rede das relações entre os atores se forma a partir da afinidade entre eles. No entanto, o processo de difusão de conhecimento entre esses atores ocorre de acordo com as hipóteses propostas por Monteiro et al. (2015), que são enumeradas abaixo:

1. Os atores têm conhecimento (expertise);
2. Os atores mostram resistência na transmissão de certos conhecimentos;
3. Os atores mostram dificuldade em assimilar certos conhecimentos;

4. Os atores mostram interesse em adquirir certos conhecimentos;

5. O conhecimento, a vontade de socializar certos conhecimentos, o desejo em adquirir os conhecimentos em questão e a facilidade no desenvolvimento dos novos conhecimentos podem ser quantificados.

Tal qual o modelo apresentado por Monteiro et al. (2015), no modelo ora proposto, cada ator tem quatro cromossomos, onde cada cromossomo consiste em um número de genes ou atributos. O primeiro cromossomo refere-se ao seu grau de conhecimento ou expertise do indivíduo. O segundo cromossomo representa a sua vontade de socializar este conhecimento que possui. O terceiro cromossomo representa seu desejo de obter determinado conhecimento. E o quarto cromossomo representa a sua facilidade nessa obtenção.

A primeira diferença do modelo atual é que os novos cromossomos não serão representados por números inteiros positivos, como no modelo de Monteiro et al. (2015), mas sim por números reais positivos, variando seu valor de 0,0 a 5,0.

A Figura 3 traz uma representação dos cromossomos, criada para explicar o modelo. Cada cromossomo é composto por um conjunto de genes (GEN1, GEN2,...,GENn), que possuem valores reais em seus alelos e representam, cada um deles, um determinado conhecimento, habilidade ou capacitação de cada indivíduo (ator da rede).

A operação de crossover, proposta pelo novo modelo, aproveita a forma já apresentada por Monteiro et al. (2015), através de uma taxa de difusão do conhecimento (RDKj), conforme a Equação 1.

$$RDKj = \frac{EXi + WSKi + DDKj + EDKj}{4 \times MAX} \quad (1)$$

Onde EXi é a expertise do Ator i, WSKi é a vontade de Ator i para socializar certos conhecimentos, DDKj é o desejo de que o Ator j tem em desenvolver conhecimento, EDKj é a facilidade que o Ator j tem em desenvolver novos conhecimentos, e MAX é o valor mais alto que um atributo pode ser atribuído, nesse caso, é 5,0. Os atributos variam ao longo do conjunto dos seguintes valores: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0.

A nova taxa RDK é, então, incorporada pelo modelo como uma de suas etapas. Assim, a difusão do conhecimento ocorrerá quando dois atores que têm alguma afinidade suficiente, estabelecer suas relações de cooperação.

Uma vez conectados, os atores irão trocar informações de acordo com a taxa calculada, incrementando sua expertise. A nova expertise (EXj) de cada ator é dada pela Equação 2.

$$EXj = EXj + (EXi \times RDKj) \quad (2)$$

O modelo atual, no entanto, adiciona, na sua equação, um fator de interferência que o ambiente organizacional exerce sobre o processo de transferência de conhecimento, conforme a Equação 3.

$$RDKj = \left( \frac{EXi + WSKi + DDKj + EDKj}{4 \times MAX} \right) \times FATamb \quad (3)$$

O fator de interferência ambiental é calculado a partir da investigação de aspectos do ambiente organizacional que podem contribuir ou prejudicar a difusão do conhecimento numa organização. Trata-se de uma coletânea dos 10 (dez) principais aspectos propostos na bibliografia especializada sobre o assunto (Nonaka e Takeuchi, 1997, 2008; Nonaka e Konno,

INDIVID	CONHECIMENTO							VONTADE DE SOCIALIZAÇÃO							FACILIDADE EM ASSIMILAÇÃO							INTERESSE EM AQUISIÇÃO						
	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	GEN5	GEN6	GEN7	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	GEN5	GEN6	GEN7	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	GEN5	GEN6	GEN7	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	GEN5	GEN6	GEN7
INDIV01	4,67	4,67	4,00	4,67	4,33	4,67	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV03	4,50	4,50	5,00	4,50	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00		
INDIV04	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
INDIV05	3,00	2,50	2,50	3,00	2,50	3,67	3,33	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
INDIV06	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
INDIV07	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV08	2,50	2,00	2,50	2,50	2,50	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
INDIV10	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	3,00	1,50	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
INDIV11	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,50	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV12	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00	2,50	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00		
INDIV13	2,50	2,50	2,50	2,50	2,00	3,50	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00		
INDIV14	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
INDIV15	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV16	3,00	3,00	3,00	3,00	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV17	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
INDIV18	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
INDIV19	3,00	2,50	2,00	2,00	1,00	3,50	2,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00		
INDIV20	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
INDIV21	4,63	4,63	4,63	5,00	5,00	5,00	4,57	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		

Figura 3. Representação dos cromossomos. Fonte: Elaboração própria.

1998; Nonaka, Toyama e Konno, 2000; Terra, 2001; Von Krogh, Ichijo e Nonaka, 2001; Nonaka e Toyama, 2002, 2003; Davenport e Prusak, 2003; Von Krogh, Nonaka e Rechsteiner, 2012; Nonaka et al., 2014) e que foi acrescida ao modelo, de acordo com a Equação 4.

$$FAT_{amb} = \frac{\sum (MÉDIA (ASP_i))}{10 \times MAX_{amb}} \quad (4)$$

A Figura 4 relaciona os aspectos do ambiente organizacional que podem interferir na difusão do conhecimento numa organização e que são investigados no modelo, onde MAXamb é o valor mais alto que um aspecto ambiental pode ser atribuído, nesse caso, o valor é 10,0. (Figura 4).

Com base nos princípios apresentados, é proposto o desenvolvimento de um algoritmo para simular a difusão de conhecimento em redes sociais, conforme os passos a seguir:

PASSO01: Iniciar o número de gerações = 0;

PASSO02: Incrementar o número de gerações;

PASSO03: Se o número de gerações atingir o máximo especificado ou for atingida a condição de parada, vá para o PASSO 12; caso contrário, vá para oPASSO04;

PASSO04: Selecionar os indivíduos mais adequados, calculando os graus de centralidade de cada um, e escolhendo os atores com uma centralidade superior à centralidade média da rede;

PASSO05: Executar o crossover entre os atributos de afinidade dos indivíduos conectados (deixando os mais adaptados inalterados);

PASSO06: Realizar a mutação dos atributos de afinidade dos indivíduos;

PASSO07: Calcular o *RKDJ* usando a Equação 3;

PASSO08: Calcular a nova expertise do Actor *j* usando a Equação 2;

PASSO09: Atualizar a expertise do Ator *j* usando o valor obtido no passo anterior;

PASSO 10: Conectar indivíduos que tenham afinidade (quantidade mínima especificada de atributos iguais);

PASSO 11: Vá para oPASSO02;

PASSO 12: Finalizar algoritmo.

O objetivo é que o algoritmo seja desenvolvido com base na flexibilidade de sua aplicação em diversos estudos. Dessa forma, pretende-se

Tabela de Aspectos Organizacionais Investigados											
i	ASPi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	INTENÇÃO (Estratégia e Comando)										
2	Autonomia										
3	Flutuação/Caos Criativo										
4	Redundância (Compartilhamento)										
5	Variedade de Requisitos										
6	Visão de conhecimento										
7	Contexto de Criação ("ba")										
8	Rotinas Criativas										
9	Sistema de Incentivos										
10	Liderança Distribuída										

**Figura 4.** Tabela dos aspectos organizacionais investigados no modelo. Fonte: Elaboração própria.

que qualquer número de atributos ou genes possa ser usado, desde que exista para cada atributo do conhecimento, um gene correspondente nos demais cromossomos.

## 6. RESULTADOS

Foram modelados 4 (quatro) cromossomos (expertise, desejo de socialização, vontade em aprender e facilidade em aprender) contendo os genes referentes a uma competência organizacional – desenvolvimento de software no modelo MPS.Br Nível C – e que representam

os atributos – conhecimento, habilidade, expertise, etc. – que cada um dos indivíduos da organização deve possuir para os processos de Projeto e Construção do Produto e Validação, conforme mostra a Figura 5.

A Figura 6 mostra a rede básica que servirá como rede inicial para as simulações. Essa rede é composta pelos desenvolvedores de software dessa empresa de TIC e mostra como os fluxos informacionais, referentes a esse processo, estão fluindo, além de demonstrar a existência de atores mais adaptados, base para a utilização do modelo. (Figura 6).

ATIVIDADES MPS.BR
PCP 1. Desenvolver alternativas de solução e critérios de seleção para atender aos requisitos definidos do produto e componentes do produto
PCP 2. Selecionar soluções para o produto e componentes do produto, com base nos cenários definidos e critérios selecionados
PCP 3. Documentar e elaborar o projeto do produto e/ou componentes do produto
PCP 4. Projetar as interfaces entre os componentes do produto com base nos critérios predefinidos
PCP 5. Conduzir análise dos componentes do produto para decidir sobre sua construção, compra ou reutilização
PCP 6. Implementar e verificar os componentes do produto de acordo com o que foi projetado
PCP 7. Identificar, desenvolver e disponibilizar a documentação de acordo com os padrões estabelecidos
PCP 8. Manter a documentação de acordo com os critérios definidos
VAL 1. Identificar os produtos de trabalho a serem validados
VAL 2. Desenvolver e implementar uma estratégia de validação (cronograma, participantes e métodos de validação)
VAL 3. Identificar procedimentos e critérios para a validação e estabelecer um ambiente para validação
VAL 4. Executar as atividades de validação
VAL 5. Identificar e registrar os problemas encontrados na validação
VAL 6. Analisar e disponibilizar para as partes interessadas os resultados encontrados na validação
VAL 7. Fornecer evidências de que os produtos de software desenvolvidos estão prontos para o uso pretendido

**Figura 5.** Estrutura dos cromossomos dos indivíduos. Fonte: Elaboração própria.

Outro resultado parcial, relevante, é que nos levantamentos feitos até agora pôde se constatar que, a pesar de existirem muitas fontes de obtenção de conhecimento dentro da organização, a maioria das pessoas busca outras pessoas como a primeira fonte de obtenção de informações, conforme mostra a Figura 7. Essa constatação valida, portanto, uma das premissas utilizadas pelo modelo.

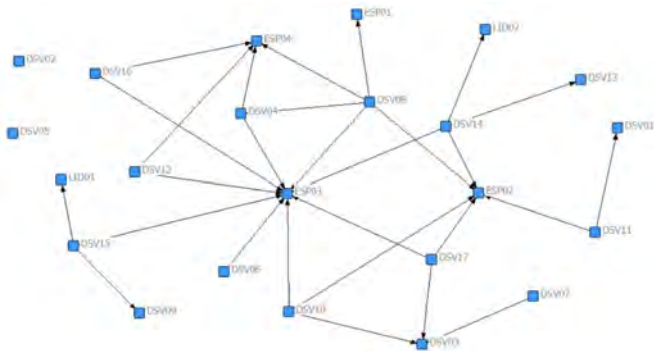
## 7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O modelo proposto pretende ser adequado para simulação da difusão de conhecimento porque busca estabelecer relações mais efetivas com base nas afinidades dos atores da rede. Além disso, o modelo oferece indicações de como se pode entender a dinâmica de processos cooperativos que ocorrem através de redes sociais.

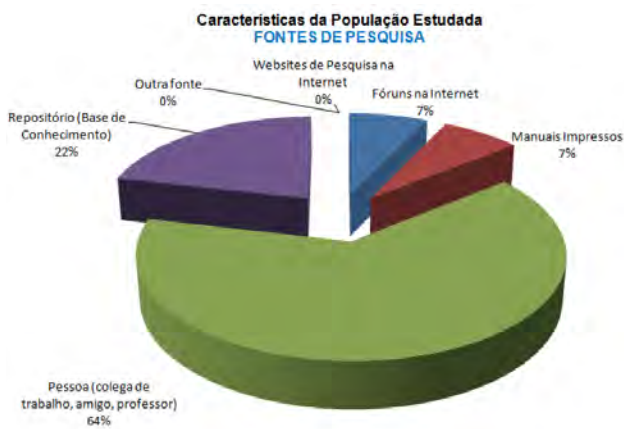
Neste contexto, acredita-se que, numa organização, atores participam como propagadores e / ou receptores do conhecimento, dependendo dos seus atributos e das interações que eles estabelecem, entre si. Dessa forma, é possível obter o grau de cooperação e a dinâmica de difusão de fluxos informacionais em uma rede social, o que por sua vez traz uma visão complementar às teorias criadas sobre o tema.

Importante salientar que o modelo proposto é flexível e permite que outros pesquisadores, em diversos tipos de estudos, possam estabelecer suas próprias escalas para cada um dos atributos dos atores analisados e, muito provavelmente, permitirá sua ampla utilização dentro de diferentes estudos sobre redes sociais.

Neste âmbito, portanto, o modelo representa um avanço complementar nos estudos sobre difusão do conhecimento através de redes sociais, devido à sua forma parametrizada e genérica, e sua aplicabilidade pode ser alargada a vários outros estudos.



**Figura 6.** Rede social de desenvolvedores de software da empresa investigada. Fonte: Elaboração própria.



**Figura 7.** Demonstração das fontes de obtenção de conhecimento na empresa investigada. Fonte: Elaboração própria.



## 6. BIBLIOGRAFIA

- Carneiro, T. K. G. (2014). Redes de afinidade como estratégia de gestão pedagógica e difusão do conhecimento em cursos na modalidade a distância. Tese de Doutorado. Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento. Programa de Pós-graduação do Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (UFBA, UNEB, UEFS, IFBA, SENAI-BA, LNCC). Salvador, Brasil.
- Carneiro, T. K. G., Monteiro, R. L. S. e Pereira, H. B. B. (2013). Evaluate the Genetic Fitness of an Individual (IEGFTOOLS). 2013. BR.5120130008425, 13 Ago.
- Carneiro, T. K. G., Monteiro, R. L. S., Vilas Boas, R. P., Cahayba, T. S. A. e Pereira, H. B. B. (2014). Redes de Afinidade como Estratégia de Gestão e Difusão do Conhecimento. In: III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM 2014), Brasília. Anais do III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM 2014). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. v. 1, 261-266.
- Castells, M.(2007). A Sociedade em Rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura. Vol. 1. 10.ª ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Chan, K. e Liebowitz, J. (2006). The synergy of social network analysis and knowledge mapping: a case study. *International Journal of Management and Decision Making*, v. 7, n. 1.
- CoelloCoello, C. A., Van Veldhuizen, D. A. e Lamont, G. B. (2002). Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems. *Genetic Algorithms and Evolutionary Computation*. New York, NY: Kluwer Academic.
- Cross, R. (2009). *Redes Sociais: como empresários e executivos de vanguarda as utilizam para obtenção de resultados*. Rob Cross & Robert J. Thomas; tradução Carlos Szlak. – São Paulo: Editora Gente.
- Cross, R. e Prusak, L. (2002). The people who make organizations go – or stop. *Harvard Business Review*, v. 80, n. 6, 105-112.
- Davenport, T. e Prusak, L. (2003). *Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam seu capital*. 12.ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species*, 1st edition, Harvard University Press, Cambridge, MA, U.S.
- De Jong, K. A. (2006). *Evolutionary computation: A unified approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Deb, K. (2001). *Multi-objective optimization using evolutionary algorithms*. Wiley-Interscience Series in Systems and Optimization. New York, NY: John Wiley & Sons.

- Deb, K., Agrawal, S., Pratab, A. e Meyarivan, T. (2000). A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization: NS-GA-II. KanGAL report 200001, Indian Institute of Technology, Kanpur, India.
- Drucker, P. F. (2006). O Advento da nova organização. Em: Aprendizagem organizacional: os melhores artigos da Harvard Business Review (p. 9-25). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Eiben, A. E. e Smith, J. E. (2003). Introduction to evolutionary computing. Natural Computing Series. Berlin: Springer.
- Granovetter, M. S., Castilla, E. e Hwang, H. (1998). Social Networks in Silicon Valley. Stanford: Stanford University Press.
- Holland, J. (1997). A ordem oculta: como a adaptação gera a complexidade. Lisboa: Gradativa.
- Joyner, D., Nguyen, M. V. e Cohen, N. (2011). Algorithmic graph theory. Google Code. Acesso em: 21 dez. 2016. Disponível em: <<http://code.google.com/p/graph-theory-algorithms-book/>>.
- Lewontin, R. (2000). The triple helix. Cambridge: Harvard University Press.
- Lewontin, R. e Levins, R. (1985). The dialectical biologist. Cambridge, Harvard University Press.
- Monteiro, R. L. S. (2012). Um modelo evolutivo para simulação de redes de afinidade [An evolutionary model for the simulation of affinity networks]. Tese de Doutorado. Doutorado em Difusão do Conhecimento. Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.
- Monteiro, R. L. S., Fontoura, J. R. A., Carneiro, T. K. G., Moret, M. A. e Pereira, H. B. B. (2014). Evolution based on chromosome affinity from a network perspective. *Physica A. (Print)*. v. 403, 276–283.
- Monteiro, R. L. S., Carneiro, T. K. G., Andrade, L. P. C. da S., Fadigas, I. de S. e Pereira, H. B. B. (2015). An affinity-based evolutionary model of the diffusion of knowledge. *Obra Digital*. v. 9, 44-57.
- Moret, M. A., Pereira, H. B. B., Monteiro, S. L. e Galeão, A. C. (2012). Evolution of species from Darwin theory: A simple model. *Physica A. (Print)*. v. 391, 2803–2806.
- Morgan, G. (2007). *Imagens da Organização*. Tradução Cecília Whitaker Bergamini, Roberto Coda. – 1.ª ed. – 12.ª reimpr. – São Paulo: Atlas.
- Nonaka, I., Kodama, M., Hirose, A. e Kohlbacher, F. (2014). Dynamic fractal organizations for promoting knowledge-based transformation: A new paradigm for organizational theory. *European Management Journal*. v. 32, n. 1, 137–146.
- Nonaka, I. e Konno, N. (1998). The concept of “Ba”: building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, v. 40, n. 3, 40–55.
- Nonaka, I. e Takeuchi, H. (1997). *Criação de Conhecimento na Empresa*. Rio de Janeiro: Campus, 16.ª Edição.

- Nonaka, I. e Toyama, R. (2002). A firm as a dialectical being: Towards a dynamic theory of a firm. *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 5, 995-1009.
- Nonaka, I. e Toyama, R.(2003). The knowledge-creating theory revisited: Knowledge creating as a synthesizing process. *Knowledge Management Research & Practice*, v. 1, n. 1, 2-10.
- Nonaka, I., Toyama, R. e Konno, N.(2000). SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, v. 33, n. 1, 5-34.
- Nonaka, I. e Von Krogh, G.(2009). Perspective—tacit knowledge and knowledge conversion: Controversy and advancement in organizational knowledge creation theory. *Organization Science*, 20, 635-652.
- Olson, E. E. e Eoyang, G. H. (2001). *Facilitating Organization Change: lessons from complexity science*. 1ª ed. California: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Ridley, M. (1996). *Evolution*. 2.ª ed. Cambridge, MA: Blackwell Science, Inc.
- Ruas, R.; Antonello, C. S. e Boff, L. H. (2006). *Os novos horizontes de gestão: aprendizagem organizacional e competências*. Porto Alegre: Bookman.
- Sampaio, R. R., Souza, C. R. B. e Silva, R. F. da. (Orgs). (2013). *Construção do Conhecimento em Organizações na Perspectiva das Redes Sociais*. Salvador: Eduneb; Fieb.
- Seel R. (2000). Culture and complexity: new insights on organizational change. *Organizations & People*, v. 7, n. 2, 2-9.
- Senge, P. (2008). *A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende.* / Peter M. Senge; tradução OP Traduções; consultoria Zumble Aprendizagem Organizacional – 24.ª ed. – Rio de Janeiro: BestSeller.
- Stacey, R. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berret Koehler Publishers.
- Takeuchi, H. e Nonaka, I. (2009). *Gestão do Conhecimento*. Tradução Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman. Reimpressão.
- Terra, J. C. C. (2001). *Gestão do Conhecimento: O Grande Desafio Empresarial – Uma Abordagem Baseada no Aprendizado e na Criatividade*. São Paulo: Negócio Editora.
- Von Krogh, G., Ichijo, K. e Nonaka, I. (2001). *Facilitando a criação do conhecimento: reinventando a empresa com o poder de inovação contínua*. Rio de Janeiro: Campus.
- Von Krogh, G., Nonaka, I. e Rechsteiner, L. (2012). Leadership in organizational knowledge creation: A review and framework. *Journal of Management Studies*, 49(1), 240-277.
- Wasserman, S. e Faust, K. (1999). *Social Network Analysis: methods and applications*. New York: Cambridge University Press.