

**\* Artigo original**

## **Multibuição: interação e colaboração em pesquisas em rede**

DOI:10.3395/receis.v5i1.425pt

### **José Alberto de Francisco Rodriguez**

PhD em Economia da Informação pela Universidad Complutense de Madrid, pesquisador da Fiocruz, professor do Tracor (Espanha) e da Forem (Espanha). Graduado em Ciencias de la Imagen Visual y Auditiva - Universidad Complutense de Madrid, tem Pós-Doutorado na UnB com bolsa pela Universidade CEU San Pablo. Trabalha temas sobre Internet, Saúde, Novas Tecnologias, Análise de Conteúdo.

[defrancisco@gmail.com](mailto:defrancisco@gmail.com)

### **Nilton Bahlis dos Santos**

Doutor em Ciência da Informação pela UFRJ/IBICT, Coordenador do Núcleo de Experimentação de Tecnologias Interativas (NEXT) e do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) e líder do Grupo de Pesquisa "Tecnologias, Cultura e Práticas Interativas e Inovação em Saúde". Membro da Coordenação do Observatório para la Cibersociedad (OCS). Pesquisador atuante em Ciência da Informação, Sociologia de Redes, Comunicação e Promoção de Saúde e Popularização da Ciência.

[niltonbdossantos@gmail.com](mailto:niltonbdossantos@gmail.com)

### **Resumo**

Não conhecemos os protocolos para conectar cognitivamente pessoas em rede. As redes de pessoas mediadas tecnologicamente impõem limitações e oferecem oportunidades. Nesta pesquisa prospectiva avaliamos ferramentas e modos de trabalho colaborativo e acreditamos que ainda não existem nem as ferramentas, nem os métodos certos para que um número muito grande de pesquisadores possa interagir para a colaboração cognitiva. Em um número superior à cerca de 150 pesquisadores, as capacidades da comunicação intersubjetiva são superadas, mas é possível que nos aproveitemos da sabedoria coletiva. A interação em um ambiente virtual também possibilita a interação estigmérgica. Ambos os conceitos podem ser implementados com o auxílio de algoritmos genéticos, que desenvolvam regras e capacidades na rede e nos nós. A essa nova forma de colaboração em rede, demos o nome de **multibuição**.

### **Palavras Chaves**

multibuição; colaboração em pesquisa; interatividade; Internet; interação estigmérgica.

### **Introdução**

Estão mais adiantadas as pesquisas sobre como conectar máquinas em rede, que as pesquisas sobre como conectar pessoas em rede. Não sabemos exatamente como aumentar a capacidade de uma rede de mentes humanas. Não existem estudos sobre os "protocolos" deste tipo de rede.

A atividade em rede impõe limites para as pessoas fazerem as coisas como estão habituadas. Isto acontece porque ela exige uma forma de trabalhar, pesquisar e aprender, que tem pouco a ver com as práticas tradicionais. As pessoas, nas relações que estabelecem em seu cotidiano, colaboram de modo instintivo: coordenam-se, cooperam e agem em grupos

pequenos, sem maiores esforços. Mas quando as relações se tornam mais complexas, é uma necessidade a introdução de tecnologias. E isso tem dois efeitos aparentemente contraditórios:

- Por um lado, a colaboração instintiva se torna difícil. Não conseguimos ter a mesma intensidade obtida mediante a colaboração mediada pela comunicação intersubjetiva, onde percebemos inflexões de voz, micro-expressões faciais, gestos corporais... Tudo isso permitia uma interação emocional crucial. O sistema de neurônios espelho, fundamental para a empatia e para aprendizado de tarefas por imitação, não pode ser utilizado nesse caso.
- Por outro, a introdução de tecnologias interativas aumenta as possibilidades de outro tipo de colaboração. Equipes de milhões de pessoas podem colaborar de maneira efetiva, sem a necessidade de hierarquia, centralização ou mesmo de objetivos comuns e conscientes. Em 1950, metade das publicações na área das ciências exatas era produzida por equipes, número que subiu para 80% nos últimos anos. O tamanho das equipes era de 1,8 pesquisadores, hoje subiu para 3,5 (WUCHTY, 2007).

A pesquisa científica avançada ou é colaborativa, ou não existe. Isoladamente, uma pessoa não consegue abarcar a diversidade de conhecimentos necessários, nem mesmo para ela. Precisa do trabalho de outras pessoas. E mesmo que um cientista pudesse sozinho criar ciência, ele necessitaria a crítica e a avaliação de seu trabalho. Isso também é colaboração.

## **Antecedentes**

Esta pesquisa é um desdobramento, em paralelo e complementar, de outras pesquisas e iniciativas do Next, que começam com a pesquisa Comunidades Virtuais na Saúde em 2006. Essa pesquisa, sobre comunidades virtuais, visava aproveitar as particularidades da Internet e das tecnologias interativas como possibilidade de levar à prática os princípios do SUS, de democratização e ampliação da participação dos usuários no sistema de saúde. Face à velocidade de desenvolvimento e inovação, e amplitude de expertise necessária para abarcar a Internet, nos propusemos à constituição de uma Rede de Pesquisadores em Internet e Saúde, construindo um intelectual coletivo que permitisse viabilizá-la. Para isso começamos a construir um Dispositivo de Interação Virtual como um ambiente para a construção desta rede, o que, por sua vez, nos levou à necessidade de discutir as formas que viabilizassem a colaboração de um número muito grande de pesquisadores. Logo de início ficou claro para nós que os meios tradicionais de colaboração usados por pequenos grupos de pesquisadores, não viabilizavam a colaboração em uma escala tão ampla. Até o momento, o Next tem pesquisadores no Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás, Argentina e Portugal, mas nossa rede tende a ser ampliada para Espanha e Venezuela e aumentar em muito o número de pessoas envolvidas.

## **Objetivos**

A pesquisa sobre interação cognitiva e inteligência colaborativa, do Núcleo de Experimentação de Tecnologias Interativas - Next, do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, faz parte da linha de pesquisa "Estratégias e Políticas de Implantação de Tecnologias Interativas em Pesquisa, Educação e Saúde" do Grupo de Pesquisa da Fiocruz "Novas Tecnologias, Cultura e Práticas Interativas e Inovação em Saúde". Tentamos desenvolver modos de aprendizado e pesquisa eficazes, que permitam a dezenas, centenas ou milhares de pessoas contribuírem para um ou mais objetivos, comuns ou diversos, compartilhando não só rascunhos, documentos ou multimídias, mas ações, idéias, perguntas, respostas, dúvidas, enfim, tudo o que é necessário em um processo de pesquisa e aprendizado.

Hoje temos ferramentas sofisticadas como o Google Wave, redes sociais, *wikis*, etc. O problema não é conhecer o seu funcionamento, mas descobrir como tirar delas possibilidades além das comprovadas e reconhecidas. Para fazer isso não podemos transladar para a rede os modos de trabalho que costumamos usar até aqui. Não se trata de superar o que nos parecem

ser suas limitações. Muitas delas não podem ser superadas e, na realidade, a partir de outras lógicas, elas são recursos valiosos. Trata-se de aproveitar características da rede - como ausência de distância, descentralização, deslocalização, ausência de hierarquia, automatização de processos, redundância, multiplicidade de nós e "centros", possibilidade de anonimato, limitação sensorial - e, explorando-as, estabelecer novas formas de colaboração.

## Método

É uma pesquisa prospectiva planejada para que os dados sejam coletados à medida que os eventos em estudo sejam observados. Estamos pesquisando e utilizando ferramentas como fóruns de discussão, *blogs*, *wikis*, documentos e buscadores colaborativos, o Google Wave, etc.; conceitos relacionados à colaboração que se estabelece na rede, como a estigmergia, *crowdsourcing* e a sabedoria coletiva; e experiências como a Wikipedia, o algoritmo para recomendação do Amazon, o algoritmo "Page Rank" do Google, que podem nos apontar metodologias para desenvolver pesquisas em rede.

## Ferramentas para pesquisa colaborativa na rede

As ferramentas de colaboração mais utilizadas pelos pesquisadores, por enquanto, são aquelas com funções especializadas: marcadores sociais, wikis, blogs, documentos colaborativos... Ainda que existam soluções "completas" ("pacotes") que oferecem todos os serviços possíveis, eles não são muito populares, pois as equipes de pesquisadores e trabalhadores tem desenvolvido processos que envolvem não uma ferramenta única, mas muitas: grupos de correio, *wikis*, *blogs*, leitores de *feeds*, documentos colaborativos. Por mais que os "pacotes" procurem permitir uma flexibilidade e customização, eles terminam por ganhar um caráter especializado, em função do uso imaginado pelos que desenvolveram seus programas. Suas diversas funcionalidades são mais ou menos desenvolvidas em função de seus objetivos e, assim, a opção de combinar e acoplar diversas ferramentas se mostra mais vantajosa, desenvolvendo esta ou aquela funcionalidade que lhe é mais útil em função dos objetivos que procura realizar.

Por outro lado, podemos distinguir entre dois tipos de ferramentas: as ferramentas que levam para a Internet apenas as formas tradicionais de colaboração; e as ferramentas que aproveitam as particularidades da Web e estabelecem novas formas de interação e comunicação. A maioria das ferramentas usa metáforas do ambiente de trabalho individual no PC, que, por sua vez, usa metáforas das formas de trabalho da vida cotidiana, como área de trabalho, documentos, arquivos, correio, etc. Este recurso, que pode ser útil no início, torna-se uma barreira quando se trabalha em escalas que vão além das possibilidades de colaboração imediata oferecida pela comunicação intersubjetiva. No final, essas ferramentas permitem usar apenas uma das características da Internet: a ausência de distância para se comunicar com pessoas em lugares diferentes. É o caso de Microsoft Office Live Workspace (<http://workspace.officelive.com/>) ou BSCW (<http://public.bscw.de/>).

Algumas outras ferramentas aproveitam algumas novas formas de colaboração que a Internet fornece. É o caso de ferramentas que fornecem o acesso a uma rede de conteúdos e contatos conforme o interesse do pesquisador. É o caso de Mendeley (<http://www.mendeley.com/>), do CiteULike (<http://www.citeulike.org/>), do Google Reader (<http://www.google.com/reader/>) entre outros. Alguns procuram novas formas operacionais de colaboração: foi o caso do desaparecido Twine (<http://en.wikipedia.org/wiki/Twine>), do Shareflow (<http://www.zenbe.com/shareflow>), voltado para as empresas, ou do Google Wave (<https://wave.google.com/wave/>), uma ferramenta total de comunicação, que não será mais desenvolvida pela Google mas que continuará em desenvolvimento pela Fundação Apache.

Nossa equipe decidiu utilizar as seguintes ferramentas:

- Wiki do Next (<http://www.next.icict.fiocruz.br/wiki/>). Mostra as atividades do Next e permite

a qualquer um participar. Tem se mostrado particularmente eficaz para que o conjunto dos pesquisadores tenha acesso rápido ao conjunto das atividades da equipe e na produção de relatórios e planejamento coletivo, onde cada um acrescenta sua contribuição em função de suas expertise particular e atividades específicas que desenvolve. Serve também à produção coletiva de artigos e projetos. Pode-se, por exemplo, consultar o rascunho para este artigo (<http://www.next.iciet.fiocruz.br/wiki/index.php/Multibuição>)

- Servidor Moodle (<http://www.next.iciet.fiocruz.br/wiki/>). Constitui-se no eixo do Ambiente Educativo Virtual (com capacidade de ativar seus outros serviços) que permite a realização de cursos de EAD do Next e desenvolver as atividades da Incubadora de Cursos de EAD, que será oferecida para os pesquisadores da Rede Internet e Saúde desenvolverem cursos e outras atividades de formação.

- Rede Internet e Saúde (<http://www.next.iciet.fiocruz.br/social/>) Poderá substituir as lista de correio, o Wiki e parte das atividades do Moodle, pois oferece essas possibilidades.

- Site do Next (<http://www.next.iciet.fiocruz.br/>), que esta sendo reformado para cumprir o papel de apresentação institucional do Next e de acesso a todos os serviços de seu Dispositivo de Interação.

- Delicious (<http://delicious.com/nextfiocruz>). Permite compartilhar links.

- Canal Youtube (<http://www.youtube.com/nextfiocruz>). Permite acesso a gravações das atividades do Next e compartilhar vídeos relacionados as suas pesquisas e atividades.

- Canal JustinTV (<http://pt-br.justin.tv/nextfiocruz>). Permite acessar ao vivo as atividades desenvolvidas pelo Next.

- Listas de correio em Google Groups. Uma delas (Comunidades Virtuais na Saúde), pública, onde as pessoas podem compartilhar e discutir sobre temas de interesse da área de Internet e Saúde (<http://groups.google.com.br/group/comunidades-virtuais-na-saude>)

- Contas de Twitter (<http://twitter.com/nextfiocruz>) do Next e de diversos de seus pesquisadores. Um outro canal para divulgar atividades e assuntos de interesse.

- Contas pessoais em Google Docs. Para elaborar artigos e documentos entre os membros do Next.

- Contas pessoais em Google Reader. Para ler e compartilhar conteúdos da Internet.

- Contas pessoais em Mendeley. Para compartilhar conteúdos acadêmicos a acessar ao que outros pesquisadores tem feito em áreas afins. Em fase de experimentação.

- Contas pessoais em Google Wave, em fase de experimentação.

- Buscador Google Coops sobre e Saúde. Em fase de experimentação.

(<http://www.google.es/cse/home?cx=014839754898499767985:k0ndeooeglg>).

- Contas pessoais em Aardvark (<http://vark.com/home>). Em fase de experimentação.

Além de usar as ferramentas habituais de comunicação inter-pessoais: perfis em redes sociais (Facebook e Orkut), email de Google, chat de Google, Skype... e outras ferramentas com funções muito específicas (Yuguu, Adobe Connect Now, Mindmeister, Google Books). Muitas ferramentas têm funções comuns e, aos poucos, algumas são mais utilizadas que outras. Por enquanto a rede Elgg, o Wiki, o Twitter, Justin TV, as listas de correio, Google Docs, Reader e Skype são as ferramentas mais utilizadas (nem sempre utilizadas todas as suas funções). Elas se constituem, basicamente, através do seu acoplamento e articulação, no Dispositivo de Interação Virtual (DIV) do Next.

O nosso processo de trabalho habitual é o seguinte: os pesquisadores acessam o conteúdo de sua conta no Google Reader e outros serviços de informação mais ligados às suas atividades e partilham com os outros a través das listas de correio, Twitter e rede Elgg o que eles acham que é de interesse coletivo, ou de algum de seus pesquisadores. O site oferece as atividades do Next, utiliza *embed* dos serviços Youtube, Justin.TV, e faz ligação (*links*) com os demais canais. O Twitter faz um trabalho em paralelo. A rede Elgg oferece as atividades do Next, criando grupos de trabalho e permite qualquer um adicionar idéias e tende a ser o instrumento central do DIV. Os artigos científicos podem ser trabalhados no *wiki* da rede Elgg ou no Google Docs. Além disso, o ambiente educativo do Next viabiliza e dá apoio a atividades de formação.

Estas ferramentas apenas intensificam as possibilidades de uma colaboração de pessoa a pessoa, mas Delicious, Google Reader e Mendeley vão além. Google Reader oferece sugestões de conteúdos: conforme as atividades dos usuários; quanto mais utilizar, melhor fará isto. Delicious permite pesquisar pelos *tags* e utilizar a inteligência de todos os usuários para buscar conteúdos de interesse. E Mendeley faz tudo isto especificamente com pesquisadores, mas ainda não tem uma massa crítica.

As ferramentas de colaboração têm distintas escalas de uso: a lista de correios pública tem 93 usuários (1 de outubro de 2010); no Google Docs o normal é uma média de oito pessoas colaborar em trabalhos específicos; todos os membros do Next têm contas em Google Reader e compartilhamos entre nós. Com um número maior de pessoas estas ferramentas ficariam inutilizadas e criariam uma sobrecarga de informação. E não estamos perante um problema operativo (da ferramenta), apenas, mas frente a um problema cognitivo de nossa espécie.

Segundo o tamanho de seu neocortex, os símios formam grupos com números maiores ou menores de indivíduos. Para o tamanho do neocortex humano, segundo estimativas variadas, é viável a interação - relacionamento direto - até cerca de 150 indivíduos. Esse é também, em geral, o tamanho das redes de relações dos humanos, o limite cognitivo de relações sociais estáveis, que um ser humano pode manter. Para se viabilizar um número maior de relações com coesão é que se usa uma estrutura piramidal de organização e autoridade (DUNBAR, 1998). Para trabalhar em pesquisa com equipes maiores do que esse número se usa o recurso da hierarquia. De fato a hierarquia, em geral, está presente em toda a pesquisa. Aparece quando só resultados avaliados por pares são publicados em revistas de prestígio e acessíveis para um número bem maior de pesquisadores.

A colaboração cognitiva precisa de uma rede de indivíduos (pessoas). Uma rede deve permitir a comunicação entre os seus nós (pessoas), não necessariamente de todos com todos. E para isso devem compartilhar pelo menos um objetivo e regras para o contato e a tomada de decisões. Quando falamos de colaboração em pesquisa temos que distinguir três níveis:

- A pesquisa coordenada, onde os pesquisadores decidem quais temas pesquisar e quem pesquisará o quê. Quando as instituições repartem bolsas e subvenções, estão coordenando a pesquisa. A rede pode ser centralizada e pouco conectada. O número de nós pode ser muito grande.
- A pesquisa cooperativa, onde os pesquisadores dividem as tarefas para um objetivo comum. O trabalho conseguido é a soma dos trabalhos realizados por cada nó em colaboração. Requer uma coordenação por parte de um ou mais nós. A rede é centralizada para permitir a coordenação, mas está interconectada para o intercâmbio de informação. O número de nós também pode ser muito grande.
- A pesquisa que implica colaboração cognitiva. A colaboração cognitiva envolve a resolução coletiva de tarefas de tipo cognitivo. Este tipo de colaboração é um desafio, e é aquela que pesquisamos. As formas tradicionais de colaboração necessitam de comunicação intersubjetiva, o que limita o número de participantes ou exige hierarquia e limita a colaboração.

Para compreender as implicações desta colaboração cognitiva em rede, vamos apresentar alguns conceitos.

## **Crowdsourcing**

É o ato de terceirizar tarefa, tradicionalmente executadas por um empregado ou empreiteira, entregando-as a um grupo numeroso ou uma comunidade. O conceito também pode ser utilizado em pesquisa. Assim, a astronomia de amadores utiliza o *crowdsourcing*. Milhares de amadores com os seus telescópios pesquisam os céus, dividido em áreas distribuídas entre eles, apesar da descoberta ser feita por uma pessoa.

No *crowdsourcing*, um só, pode ter a solução e não precisar dos outros. O objetivo pode ser conseguido por um único nó. A rede é centralizada desde o nó que colocar o problema. É pesquisa coordenada ou cooperativa. Mas a ciência amadora já existe há muito tempo, e o novo conceito *crowdsourcing* não fornece nada de novo, e apenas sua tradução no campo econômico e tecnológico.

## **Sabedoria coletiva**

É o fato de que a média do conhecimento vulgar de um grupo numeroso é melhor do que o conhecimento de especialistas. Mas para isso existir é necessária diversidade e independência de opinião, conhecimento local descentralizado e agregação de respostas individuais. E dados, alguns dados.

Ronin Hanson e outros cientistas econômicos e políticos, acreditam que os mercados preditivos (uma implementação eficaz da sabedoria coletiva), onde a massa vota e arrisca o seu dinheiro, podem ser utilizados para orientar a pesquisa científica (ARROW, 2010). No Brasil, temos o <http://www.mercadodeprevisoes.com.br/>, uma iniciativa que conta com financiamento do Centro de Empreendimentos do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Para a sabedoria coletiva funcionar, a heterogeneidade é muito importante. Isso não funciona bem com a especialização da pesquisa. Outro problema é que cada pessoa tem que pensar e agir da forma mais independente possível, mas a mídia influencia as idéias das pessoas. Com a Internet social, é o entorno virtual próximo de cada pessoa que fornece os dados e as grandes mídias perdem valor perante as recomendações pessoais. Isso parece bom para a inteligência de massa. E os pesquisadores têm o chamado "individualismo metodológico", que pode assegurar a independência.

## **Estigmergia**

Conceito criado pelo pesquisador francês Pierre-Paul Grassé. É um mecanismo de coordenação espontâneo, indireto, em que marcas feitas pelos agentes, no ambiente, estimulam o desempenho de uma ação subsequente, seja para um agente diferente ou para o próprio. Através deste mecanismo se produzem estruturas complexas e aparentemente inteligentes, sem planejamento, controle e nem mesmo comunicação direta entre agentes

## **As formigas como exemplo**

As formigas têm poucas capacidades como indivíduos, mas seus coletivos parecem ter inteligência. Um formigueiro é uma rede de formigas que compartilham objetivos, capacidades e regras. Se tivéssemos uma equipe de pessoas com objetivo de buscar comida numa grande área, para maximizar nosso esforço, teríamos de imaginar capacidades e regras muito complexas. Mas as formigas fazem isso com capacidades e regras bem simples.

Tomemos a seguir o que poderiam ser cinco dessas capacidades:

- Movimentar e deixar um rastro de feromônios (que perde intensidade).
- Identificar feromônios dos parceiros.
- Identificar o que é comida.
- Identificar o que é o depósito de comida.
- Poder pegar a comida.

E a rede seguiria 4 regras:

- Segue o rastro de feromônios mais forte.
- Se não tem rastro, avança ao acaso.

- Quando encontrar comida pega e volta pelo seu rastro de feromônios.
- Quando chegar ao depósito de comida deixa e volta pelo seu rastro de feromônios.

O algoritmo com essa capacidade permite às formigas otimizar sua atividade e escolher o caminho menor até a comida. As regras são estatísticas (tendem a alguma coisa). Não se trata apenas de um processo que admite erros, mas que precisa dos erros. As regras funcionam como um algoritmo, um algoritmo que substitui regras muito complexas para obter uma solução ótima, por regras bem mais simples que conseguem uma solução, mas precisam mais tempo.

## **As pessoas**

O sistema humano mais antigo, que serve para colaborar, está baseado nos neurônios espelho (KEYSERS *et al.*, 2010). Os neurônios espelho permitem transmitir conhecimento operativo com grande facilidade, e também permitem a empatia, que não é consciente... Temos um sistema para transmitir um outro tipo de conhecimento? Sim, a linguagem. As formas de colaboração nos humanos são marcadas pela sua história evolutiva, por sermos animais gregários. Os grupos que constituímos chegam em média, como dissemos, a 150 membros. Esse é o número limite de pessoas, com os quais podemos ter um relacionamento intersubjetivo. Mas os grupos humanos de colaboração são bem menores. Nos grupos humanos colaboravam os homens adultos na caça e as mulheres adultas na coleta.

As formigas e outros insetos que utilizam a estigmergia são todos similares. Todos têm as mesmas capacidades e seguem as mesmas regras. Os humanos não têm as mesmas capacidades e podem seguir regras diferentes. Por enquanto, a estigmergia é utilizada para tratar de relações entre insetos ou softwares. Os humanos não usam a estigmergia, usamos nossas capacidades comunicativas "superiores", mas existem casos em que essas capacidades não são as melhores. Quando superamos o número de Dunbar essas capacidades não servem mais (quando os grupos viram massa, agimos como animais instintivos: pânico, por exemplo).

A Internet é um novo entorno onde muitas ações feitas por pessoas funcionam com esse princípio: os usuários interagem pelas modificações locais de um entorno virtual compartilhado. As folksonomias são um exemplo de algoritmo estigmérgico para a criação de categorias. O algoritmo do Google para o Page Rank é também parcialmente estigmérgico. Podemos considerar isto como exemplos de mapas cognitivos: marcas deixadas no meio pelos indivíduos (agentes) numa comunidade para comunicar-se (estigmergia), os quais oferecem um plano de informação no meio que os demais agentes podem interpretar (RIPEANU *et al.*, 2007).

## **A possibilidade de redes de colaboração estigmérgica**

Uma rede estigmérgica precisa de objetivos, capacidades e regras. As regras só podem ser verificadas através de estatísticas (são tendências, como dissemos), e o processo precisa mesmo dos erros para ser confiável. Para criar uma rede estigmérgica temos que conhecer as capacidades dos nós (pessoas e dispositivos) e decidir as regras a seguir. Ou melhor, conhecer as regras interiorizada pelas pessoas, para aproveitá-las no possível ou substituí-las se for necessário. As capacidades na Internet dependem do aplicativo: correio eletrônico, Twitter, Google Reader... As regras dependem, em parte, do aplicativo, mas também da pessoa. Também poderemos otimizar um processo em rede aumentando o número de capacidades. É aqui onde temos que desenvolver algoritmos que consigam, como com as formigas, que o resultado obtido seja muito maior do que o que seria o feito pelas pessoas sozinhas.

Os humanos privilegiam suas capacidades de comunicação através da linguagem em suas relações para a colaboração. Mas em determinados casos, estas capacidades não são as melhores. Na hora de selecionar o caminho em uma rede, milhões de pessoas não fazem

melhor que milhões de formigas. Hoje, a estigmergia é utilizada para tarefas banais, como organizar e recuperar fotos ou produtos pelas qualidades percebidas, "taggeando-os", o que é um tipo de indexação. Na realidade, até aí, nada além do que faz um indivíduo. A questão é se é possível imaginar regras e capacidades que permitam a emergência de propriedades ou resultados que vão além das capacidades individuais. É o que se chama de inteligência estigmérgica, que está além da inteligência colaborativa: "a inteligência estigmérgica parece residir não apenas nos e entre os agentes em sua totalidade (a noção tradicional de inteligência coletiva), mas nas interações entre os agentes e o ambiente dinamicamente compartilhado" (PARUNAK, 2005).

O sistema de avaliação de trabalhos científicos pelas citações científicas é um sistema estigmérgico. O ambiente é o ecossistema de revistas científicas. As marcas são as citações. O resultado avalia não só as revistas com maior impacto senão os trabalhos com o maior impacto. E esse conhecimento precisa de toda a comunidade científica para ser conhecido. É um bom exemplo de estigmergia em que o conhecimento obtido é superior ao conhecimento ao alcance de qualquer pessoa. Uma pesquisa irrelevante numa área pode ser muito importante em áreas afins, e os pesquisadores especializados não terem notícia disso.

O problema com esse sistema é que as pessoas são conscientes dele e podem interferir nele, transformando as "marcas" no ambiente em sinais conscientes. É como se uma formiga tivesse interesse que o seu caminho fosse o mais freqüentado e aumentasse a deposição de feromônios. Portanto um problema da estigmergia humana é que os indivíduos têm consciência do processo e podem interferir nele, transformando o que tem que ser índice, em falsos índices, sinais simbólicos que fazem a função de índices. Mas quando trabalhamos com grandes números este tipo de procedimento tende à rarefação. O ambiente virtual possibilita a uniformidade das capacidades dos indivíduos e a produção de marcas (índices) fiáveis.

Johnson (2003) define cinco regras para a construção de um sistema onde existe macro-inteligência.

1. Deve haver uma massa crítica de atores para gerar um comportamento global. E é somente através da observação de todo o sistema de trabalho que ele aparece.
2. O desempenho e a inteligência são globais. São melhores muitos simples do que poucos complexos. A dúvida é se os sistemas emergentes são possíveis quando seus componentes são muito complexos.
3. Deve haver certa aleatoriedade no desempenho das regras, algum grau de erro. Sem que houvesse o acaso, a colônia não seria capaz de se adaptar às novas condições ambientais ou ir atrás de novas fontes de comida.
4. A freqüência dos sinais tem de ser medida. Não é só sim ou não, mas quanto e quando.
5. A rede é conectada localmente, tem interação com o que está perto. Mas as formigas se movimentam e aumentam a chance de conectar com outras.

É possível a estigmergia usando elementos muito complexos, se eles utilizam apenas capacidades e regras limitadas. O sistema de citações, por exemplo, é muito simples. As marcas (citações) podem acontecer ou não, e sua intensidade depende do entorno em que se produzem (revista). Isso é tudo.

## **A proposta**

Para achar regras estigmérgicas que permitam que os humanos desenvolvam resultados além de suas capacidades cognitivas qualitativas é preciso uma inteligência além da humana. Mas... será que podemos reconhecer resultados além de nossas capacidades? Achamos que sim,

nossa limitação é para criar as regras. Então, poderíamos desenvolver as regras de modo exatamente igual à natureza, mediante prova e erro. O problema é que isto seria muito demorado, pois precisaríamos esperar os resultados de cada conjunto de regras.

Para adiantar poderíamos usar modelagens humanas para fazer o processo mais rápido; criar modelos computacionais de colaboração humana em ambientes virtuais e desenvolver algoritmos para pesquisar as regras. Isso poderia tornar possível achar alternativas estigmergicas, além de nossas capacidades qualitativas.

O problema é que temos que modelar capacidades humanas, e estas ainda estão além das capacidades computacionais. Uma possibilidade é experimentar estas modelagens, ainda que sejam imperfeitas, e depois validar com equipes humanas.

Para desenvolver os algoritmos, o mais apropriado seria o caminho que a natureza usou. Mas não como os “*ant algorithms*”, pois eles só buscam soluções a partir de capacidades e regras refinadas. Sugerimos os algoritmos genéticos evolutivos, com um sistema misto: pessoas com suas capacidades naturais e robôs que sigam as regras fornecidas pelos algoritmos, para evitar a possível manipulação dos humanos (usando indícios como signos). O objetivo seria complementar as pessoas com robôs, desenvolvidos com capacidades e regras fornecidas por algoritmos genéticos que competem uns com os outros.

Os algoritmos genéticos têm as seguintes vantagens computacionais:

- São intrinsecamente paralelos. Podem avaliar muitas soluções possíveis ao mesmo tempo.
  - Funcionam bem em ambientes onde dados e ruído se misturam, e existem “locais ótimos”.
- Possibilitam achar a melhor solução.

Para usar algoritmos genéticos precisamos formalizar a população, os distintos ambientes (Internet), o objetivo (maiores rendimentos em pesquisa) e como se reproduzem os algoritmos (como estes evoluem).

## **O conceito de *Multribuição***

Denominamos esse modo de colaboração emergente baseado na inteligência coletiva, que usa a estigmergia em um ambiente virtual, com regras desenvolvidas por algoritmos genéticos, de *multribuição*. Esse novo conceito surgiu em conversas de um dos autores deste texto com Guido David Núñez-Mújica, criador do projeto LavaAmp (<http://www.lava-amp.com/>) e pesquisador do Next. Nesse projeto, uma tarefa fundamental é criar uma rede de pesquisadores que colabore na biotecnologia do mesmo jeito que se colabora no desenvolvimento de *software open source*.

## **Conclusões e novas perspectivas**

Para a colaboração em equipes pequenas já existem ferramentas ótimas, mas ainda pouco utilizadas. Para equipes maiores é preciso desenvolver recursos com ajuda da estigmergia, considerando a sabedoria coletiva.

Uma versão preliminar deste texto foi discutida durante o XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - XI ENANCIB 2010. Essa experiência permitiu um importante feedback para a redação do presente artigo: não foram encontrados estudos que considerem a existência de redes com múltiplos e diversos objetivos, ou seja, não se consideram redes descentralizadas, organizadas para realizar objetivos diversos a partir de iniciativas dos diversos e dinâmicos agrupamentos, que se desenvolvem no interior de um movimento coletivo. A pesquisa prossegue, incorporando este achado. Os resultados provisórios mostram que desenvolver todas as possibilidades de colaboração via Internet implica uma mudança de

hábitos culturais, viabilizando novos processos colaborativos. E, ainda, que é preciso desenvolver procedimentos sofisticados que devem ir além dos já conhecidos.

### Referencias bibliográficas

ARROW, K.J. *et al.* The promise of prediction Markets. **SCIENCE**, v.320. n.2878, p.877-878, 2008. Disponível em: <<http://www.arlingtoneconomics.com/studies/promise-of-prediction-markets.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

DUNBAR, R.I.M. The social brain hypothesis. **Evolutionary Anthropology**, v.6, i.5, p.178-190, 1998. Disponível em: <[http://www.liv.ac.uk/evolpsyc/Evol\\_Anthrop\\_6.pdf](http://www.liv.ac.uk/evolpsyc/Evol_Anthrop_6.pdf)> .

JOHNSON, S. **Emergência**: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades. Jorge Zahar, 2003.

KEYSERS, C.; GAZZOLA, V. Social neuroscience: mirror neurons recorded in humans. **Current Biology**, v.20, n.8, p.750-756, 2010. Disponível em: <[http://www.bcn-nic.nl/txt/people/publications/2010\\_KeyzersGazzolaMirrorNeuronsRecordedInHumans.pdf](http://www.bcn-nic.nl/txt/people/publications/2010_KeyzersGazzolaMirrorNeuronsRecordedInHumans.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2010.

PARUNAK, H.V.D. **Expert assessment of human-human stigmergy**. Michigan: Altarum Institute. 2005. Disponível em: <<http://www.newvectors.net/staff/parunakv/HumanHumanStigmergy2005.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2010.

RIPEANU, M. *et al.* **In search of simplicity**: a self-organizing multi-source multicast overlay. 2007. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/cs/0702157v1>>. Acesso em: 25 maio 2010.

WUCHTY, S. *et al.* The increasing dominance of teams in production of knowledge. **Science**, v.316, n.5827, p.1036-1039, 2007.