

# Metáfora Eussocial para Sistemas Sociotécnicos

Nathalia Sautchuk Patrício  
Escola Politécnica da USP  
[nathysautchuk@usp.br](mailto:nathysautchuk@usp.br)

Lucas S. Moreno Lago  
Escola Politécnica da USP  
Instituto de Pesquisas  
Tecnológicas  
[lucas.lago@usp.br](mailto:lucas.lago@usp.br)

Edison Spina  
Escola Politécnica da USP  
[spina@usp.br](mailto:spina@usp.br)

## Abstract

*This work presents a systemic approach to deal with thematic networks between universities as a sociotechnical system using a metaphor derived from biology as tool for knowledge acquisition about these networks. A comparison between the characteristics of eusocial species and thematic networks is made, looking for the characteristics which lead to sustainable thematic networks.*

## 1. Introdução

Com a evolução tecnológica agora é possível enviar e receber informação mais facilmente. Por exemplo, uma rede temática entre universidades usa tecnologia para compartilhar informações acadêmicas. Esse é um sistema no qual há a interação entre humanos e a tecnologia, e as entradas e saídas são geradas e consumidas por humanos. Esse tipo de sistema é chamado de sistema sociotécnico.

Nos últimos anos surgiram várias redes temáticas. Recentemente foi criado um projeto europeu chamado VertebrALCUE, cujo o principal objetivo é organizar redes temáticas entre universidades. Essas redes são constituídas por universidades e instituições de diferentes países com pessoas de diferentes culturas e interesses interagindo por meio de uma infraestrutura eletrônica. Logo, o projeto VertebrALCUE pode ser visto como um sistema sociotécnico.

Partindo das premissas que uma rede temática pode ser considerada um sistema sociotécnico e que as espécies eussociais devem a sua prosperidade e sustentabilidade majoritariamente ao seu comportamento social, o artigo propõe um modelo de análise de redes temáticas utilizando a metáfora biológica do comportamento das espécies eussociais.

O objetivo do trabalho é a aquisição de conhecimento sobre como essas redes temáticas entre

universidades funcionam atualmente e de que forma podem ser aperfeiçoadas.

No item 2 são apresentados os conceitos de engenharia de sistemas e a área de aplicação do estudo, as redes temáticas entre universidades. O item 3 descreve a metáfora biológica a ser usada a partir do conceito de eussocialidade e a sua tradução para o universo de engenharia de sistemas. A metodologia de avaliação para redes temáticas é proposta no item 4 e as considerações finais e trabalhos futuros são apresentadas no item 5.

## 2. Engenharia de Sistemas e Redes Temáticas

Hitchins define um sistema como um conjunto aberto de elementos complementares e interativos, com propriedades, capacidades e comportamentos emergentes tanto de cada uma das partes individualmente quanto das interações entre essas partes de modo a formar um todo unificado [1].

Checkland separa os sistemas em três classes: sistemas físicos, sistemas abstratos e sistemas de atividades humanas. Os dois primeiros são tangíveis e possuem um propósito claro. Já os sistemas de atividades humanas são conjuntos de atividades humanas relacionadas entre si, podendo ser vistas como um todo para algum propósito. Para analisar um sistema de atividades humanas é necessário incluí-las como parte do processo de modelagem [2].

### 2.1. Sistemas Sociotécnicos

O termo sistema sociotécnico foi cunhado por Eric Trist e Fred Emery, quando apresentaram conceitos descrevendo a interação e as características entre dois sistemas, os tecnológicos e os sociais [3].

Sistemas sociotécnicos incluem pessoas, software e hardware e também o conhecimento necessário para entender como o sistema deve ser usado para atingir

um objetivo maior. Isso significa que foram definidos processos operacionais, incluindo pessoas como parte inerente do sistema, regidos por regras e políticas de uma organização. Os sistemas sociotécnicos podem também ser afetados por uma restrição externa como leis ou políticas regulatórias [4].

De acordo com Sommerville os sistemas sociotécnicos têm as seguintes características essenciais [4]:

- **Propriedades emergentes:** surgem apenas quando as partes de um sistema são colocadas juntas; elas dependem dos componentes do sistema e da relação entre eles e
- **Não-determinismo:** não se pode garantir que quando apresentada uma determinada entrada diversas vezes ao sistema ele sempre produzirá a mesma saída.

Um sistema sociotécnico pode ser modelado como várias entidades humanas e tecnológicas interagindo umas com as outras para alcançar seus próprios objetivos e os coletivos. Esses sistemas são normalmente de larga escala podem ser complexos e difíceis de serem modelados devido às propriedades emergentes [5].

Portanto, uma forma de encarar um sistema sociotécnico é como aquele em que há a interação entre sistemas tecnológicos e sistemas de atividades humanas.

## 2.2. Redes Temáticas

Uma rede pode ser entendida como uma combinação de pessoas ou organizações, geralmente dispersas sobre locais geograficamente distantes, que utilizam tecnologias de comunicação e que trabalham de forma integrada.

Já uma rede temática é uma associação de instituições públicas ou privadas que colaboram no desenvolvimento de um tema acadêmico de interesse comum. Ela tem como objetivo principal o intercâmbio de conhecimento científico entre as instituições e o método de trabalho utilizado é a cooperação entre elas.

Em outras palavras, uma rede temática pode ser vista como um esforço cooperativo de instituições, organizações e profissionais para a identificação de como aumentar a qualidade, definindo e desenvolvendo uma perspectiva global dentro de um assunto específico, como seu objetivo principal.

A missão de uma rede temática não é obter um resultado tangível, como um produto, processo ou serviço. Sua missão é a de criar um ambiente de colaboração que possibilite o surgimento de ações conjuntas relacionadas ao tema da rede [6].

De acordo com Borri et al., o projeto de uma rede temática deve, além de proporcionar um ambiente favorável para uma compreensão profunda de um assunto, deve [6]:

- Promover o desenvolvimento de programas combinados;
- Intensificar o diálogo entre parceiros acadêmicos e socioeconômicos;
- Trabalhar para avaliar a qualidade da cooperação e da inovação curricular e
- Proporcionar discussões em um fórum ativo sobre como melhorar os métodos de educação.

Pode-se entender que duas características essenciais de uma rede temática são:

- Publicar e difundir pelo menos uma monografia sobre o "estado da arte" do tema e
- Ser formada por no mínimo seis participantes, com a maior cobertura geográfica possível.

A manutenção e consolidação de uma rede temática requer a participação ativa de todos os integrantes, e a percepção de que existe um benefício mútuo e de melhora da competência de cada participante. Marshall destaca que a aglomeração das organizações em estruturas de redes resulta em maior competitividade em relação a outras organizações dispersas no sistema econômico, tendendo a desenvolver formas de ações conjuntas, que possibilitem ganhos de eficiência e de competitividade [7].

As redes temáticas são criadas por pesquisadores de vários países para discussão de um tema particular. Isso proporciona a oportunidade de discutir novas teorias avançadas em diferentes países. Apesar de haver grandes vantagens com esse intercâmbio, quando a mesma pesquisa é feita em diferentes países, novas dificuldades e novos desafios surgem para os pesquisadores [8].

## 2.3. Projeto VertebrALCUE

O projeto VertebrALCUE tem o objetivo de contribuir para o processo de desenvolvimento da integração regional entre os Sistemas de Educação Superior (SES) da América Latina e ao processo de implementação da Área Comum da Educação Superior entre a América Latina, Caribe e União Européia (ALCUE), explorando e fortalecendo os diferentes níveis de articulação dentro da América e entre União Europeia e a América Latina por meio do desenvolvimento e cooperação acadêmica e implementação de uma infraestrutura de cooperação no nível institucional, nacional e regional [9].

Para concretizar o objetivo proposto no projeto, foram desenvolvidas unidades ALCUE. Elas operam

como “vértebras” independentes, mas interconectadas em uma infraestrutura VertebrALCUE [9].

Os objetivos de cada unidade ALCUE são [10]:

- Promover ações que estimulem e facilitem o intercâmbio e a circulação de estudantes, professores, pesquisadores, pessoal técnico e de gestão da educação superior;
- Publicar informações relevantes e
- Promover debates, especialmente os que podem contribuir para o aprimoramento da educação nos países europeus, latino-americanos e no Caribe.

Como parte da sua estratégia de estruturação, o Projeto VertebrALCUE prevê a constituição de redes temáticas birregionais que envolvem Unidades ALCUE (tanto locais como nacionais) e outras instituições, entidades e *stakeholders* de acordo com o tema específico e o plano de ação concreta que cada uma estabelece [9].

## 2.4. Redes Temáticas como um sistema sociotécnico

Através do que foi exposto anteriormente, pode-se afirmar que uma rede temática possui um sistema de atividades humanas, uma vez que seus membros desenvolvem ações com o objetivo de construção conjunta de conhecimento em um determinado assunto.

Porém, pela natureza dessas redes, os participantes estão espalhados geograficamente, o que dificulta um contato pessoal constante. Logo, é necessário que essas redes usem uma infraestrutura eletrônica (e-infraestrutura) para a comunicação entre os parceiros.

As e-infraestruturas são sistemas tecnológicos em que a tecnologia por si só não tem um propósito, embora seja possível atribuir uma finalidade a que se aplica. Um exemplo é uma rede de computadores. Ela é apenas um artefato tecnológico que ganha um propósito apenas quando uma ou mais pessoas a usa para executar alguma tarefa, como encontrar uma informação ou para o processamento de dados para resolver o problema [11].

As pessoas e as instituições sociais têm um propósito, e a tecnologia é usada para essa finalidade. Pessoas, instituições sociais e tecnologia resultam em um sistema sociotécnico, onde há uma infraestrutura social e uma infraestrutura de tecnologia [4] [12].

Portanto, uma rede temática pode ser classificada como um sistema sociotécnico, por integrar um sistema de atividades humanas e uma e-infraestrutura. Como no projeto VertebrALCUE há a constituição de redes temáticas, também pode-se dizer que ele é um sistema sociotécnico, por se tratar de um sistema composto por sistemas.

## 3. Metáfora Biológica

A metáfora nos dá a oportunidade de alargar nosso pensamento e aprofundar nosso entendimento, permitindo-nos ver as coisas de maneiras novas e agir de maneiras novas [13].

A semelhança estrutural das ciências sociais e os modelos da biologia e seu isomorfismo em diferentes campos são aparentes [14]. E como os mesmos problemas aparecem em ambos os campos, as soluções encontradas em organizações biológicas podem ser aplicadas nas ciências sociais através de uma metáfora bem construída.

Como uma rede temática é um sistema sociotécnico, então se buscou na biologia o conceito de eussocialidade como uma estratégia de sucesso para a sobrevivência e sustentabilidade desse tipo de rede.

### 3.1. Eussocialidade

O termo eussocial foi cunhado por Suzane Batra, para definir os insetos que tinham um conjunto específico de características consideradas "verdadeiramente sociais" [15]. O termo é largamente utilizado para descrever as formigas, abelhas e cupins [16].

Essa estrutura social é reconhecidamente a melhor arma na luta pela vida, e as espécies de animais que têm o maior desenvolvimento na ajuda mútua são os mais prósperos [17].

As características que contribuem para o sucesso dessas espécies foram estudadas por vários biólogos. [18] apresenta um conjunto de ideias para a evolução da eussocialidade com base na seleção parental, proteção do ninho contra invasões e manipulação de parentesco.

Algumas tarefas importantes realizadas pelos trabalhadores como cuidar da prole e defender o ninho são desenvolvidas de forma cooperativa sob vigilância mútua. [18, 19]

Em [20], são enumeradas três qualidades que contribuem na vantagem competitiva das espécies:

- Execução paralela de tarefas: isso significa que o ninho não fica vulnerável a ataques, e os erros individuais têm consequências pouco significativas;
- Monitoramento de todos os trabalhadores: é útil no caso de um ataque de um predador, ou na criação de ninho em um ambiente desfavorável e
- Controle de ambiente: o monitoramento dos trabalhadores permite controlar a temperatura do ninho e o estoque de alimentos.

[21] encontrou algumas características que foram chave para o domínio ecológico das formigas:

- Alarme: um inseto avisa outro quando há qualquer perigo;
- Recrutamento: um inseto recruta outro quando há uma nova fonte de comida ou um lugar para um novo ninho;
- Troca: para aumentar o afeto no grupo, os insetos trocam líquidos, alimentos e afetos e
- Reconhecimento: o reconhecimento dos membros da colônia e suas diferentes castas.

Duas outras características que podem ser encontrados nas espécies eussociais são: a eliminação de indivíduos antissociais [22] e a sobreposição de duas ou mais gerações [23].

De acordo com Meyer, a fim de se qualificar como eussocial, uma espécie deve apresentar as quatro características seguintes [24]:

- Compartilhar um ninho comum
- Indivíduos da mesma espécie cooperam nos cuidados aos jovens;
- Divisão reprodutiva de trabalho - os indivíduos estéreis (ou menos fecundos) trabalham para o benefício de uns poucos indivíduos reprodutivos e
- Sobreposição de gerações - os filhos contribuem para o trabalho na colônia, enquanto seus pais ainda estão vivos.

Um sistema de classificação para os insetos pré-sociais e eussociais os divide em cinco categorias [24]:

- Solitário: não compartilha um ninho comum nem cuida da prole;
- Subsocial: adultos fornecem algum tipo de cuidado parental para seus próprios filhos;
- Quasisocial: membros da mesma geração usam o mesmo ninho e também cooperam nos cuidados da prole;
- Semisocial: cuidado cooperativo da prole dentro de um ninho é fornecido por uma casta de trabalhadores que é mais ou menos estéril e
- Eussocial: cuidado cooperativo da prole dentro de um ninho é fornecido por uma casta de trabalhadores que é mais ou menos estéril e que vive tempo suficiente para cuidar dos pais.

### 3.2. Tradução para a linguagem de sistemas sociotécnicos

Uma metáfora descreve a relação entre dois objetos, ideias ou situações distintas. Portanto, há uma necessidade imediata de uma tradução das características para a análise [25].

No caso das redes temáticas, foi necessário fazer uma tradução das características eussociais existentes na natureza para o contexto de sistemas sociotécnicos:

- Compartilhar um ninho comum - Um ambiente compartilhado, no qual todos se sintam bem-vindos. Este ambiente comum pode ser fornecido por uma e-infraestrutura de comunicação;
- Indivíduos da mesma espécie cooperam nos cuidados aos jovens - Pessoas cooperam na realização das tarefas;
- Divisão reprodutiva de trabalho - os indivíduos estéreis (ou menos fecundos) trabalham para o benefício de uns poucos indivíduos reprodutivos - divisão do trabalho entre pessoas e instituições. As pessoas trabalham para o benefício da rede temática;
- Sobreposição de gerações - os filhos contribuem para o trabalho na colônia, enquanto seus pais ainda estão vivos - Sobreposição de gerações de pessoas dentro da rede.

Para as redes temáticas adotou-se uma escala de sociabilidade que permite a classificação delas:

- Inexistente: quando não apresenta nenhuma das características eussociais expostas acima;
- Subsociais: quando possuem um ambiente compartilhado;
- Quasisociais: quando possuem um ambiente compartilhado e as pessoas cooperam na execução de tarefas da rede;
- Semisociais: quando possuem um ambiente compartilhado, as pessoas cooperam na execução de tarefas da rede e há divisão de trabalho e
- Eussociais: quando todas as características eussociais estão presentes em uma rede temática.

## 4. Metodologia de Avaliação para Redes Temáticas

A avaliação da classificação de uma rede temática na escala de sociabilidade apresentada anteriormente é feita através da aplicação de questionário aos participantes dela.

Na construção do questionário são escolhidas questões fechadas para evitar respostas irrelevantes devido à má interpretação e subjetividade que afetam as respostas [26].

A escolha de questões com duas alternativas (sim ou não) se deve à semelhança com o processo de classificação utilizado na biologia [24] (presença ou

ausência de características) e permite trabalhar com a metáfora de uma forma mais direta.

O questionário aplicado aos membros de uma rede temática é apresentado a seguir:

- Existe um ambiente compartilhado de apoio à comunicação entre os parceiros?
- A gestão do trabalho é distribuída entre os parceiros (ou seja, há um parceiro responsável por cada pacote de trabalho)?
- Existe algum tipo de discriminação entre os parceiros que coordenam o projeto e os outros?
- Há diferentes gerações de pessoas que participam na rede?

Cada questão do questionário visa verificar a existência de uma determinada característica eussocial na rede temática.

Os resultados do questionário são analisados de maneira quantitativa. A partir dessa análise, propõe-se classificar a rede na escala de sociabilidade apresentada na seção anterior.

A partir da classificação da rede, é possível que elas possam seguir algumas diretrizes sugeridas para que se tornem uma rede temática eussocial como:

- criar e estimular um ambiente aberto de comunicação entre os parceiros;
- estabelecer uma infraestrutura eletrônica para facilitar a comunicação entre os parceiros;
- redistribuir os pacotes de trabalho, bem como o papel definido para cada parceiro da rede;
- habilitar os parceiros do projeto a terem papéis diferenciados, assim como adicionar novos membros à rede;
- estimular que novas gerações façam parte da rede, garantindo assim a sustentabilidade dela;
- promover ações de tutoria nas quais os participantes mais experientes da rede auxiliam os novatos em suas tarefas e
- promover encontros presenciais e virtuais para aumentar o envolvimento dos membros da rede.

## 5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A metáfora eussocial ajudou a identificar características importantes para uma rede temática de sucesso. Com ela, será possível aplicar a metodologia de análise a qualquer rede temática, e com base na escala de sociabilidade, sugerir melhorias para que ela se torne uma rede temática eussocial.

Como trabalho futuro será aplicado o questionário para os membros das redes temáticas criadas no projeto VertebrALCUE e feita a análise detalhada dos dados

obtidos com ele. A intenção dessa análise é a aquisição de conhecimento sobre como essas redes funcionam atualmente, além de validar a metáfora e propor melhorias nela.

Também se pretende utilizar inferência *fuzzy* para classificar com maior precisão as redes temáticas na escala de sociabilidade.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo projeto VertebrALCUE ([www.vertebralcue.org](http://www.vertebralcue.org)), contrato no. DCI-ALA/161-449 ALFAIII-107, com o apoio do Programa ALFA III – Lote 2 Projetos Estruturais – da União Europeia.

## 6. Referências

[1] D.K. Hitchins, “Basic Models for System Thinking”, <http://www.hitchins.net/SysMods.html>. Último acesso em: 15 de agosto de 2012.

[2] P. Checkland, “Systems Thinking, Systems Practice, includes a 30-years retrospective”, John Wiley & Sons, New York, 1999.

[3] E.L. Trist, “The social engagement of social science: The socio-technical systems perspective”, <http://www.moderntimesworkplace.com/archives/ericssess/sessvol2/sessvol2.html>. Último acesso em: 14 de agosto de 2012.

[4] I. Sommerville, “Software Engineering”, Addison-Wiley, Boston, 2007.

[5] S.M. Lee and A.R. Pritchett, “Predicting Interactions Between Agents in Agent-Based Modeling and Simulation of Sociotechnical Systems”, IEEE Transactions on systems, man and cybernetics – part A: Systems and humans, vol. 38, n. 6, 2008.

[6] C. Borri, E. Guberti and F. Maffioli, “Erasmus Thematic Networks and the European dimension of Engineering Education”, European Journal of Engineering Education, vol. 30, n. 4, p. 409-416, 2005.

[7] A. Marshall, “Princípios de Economia”, Abril Cultural, São Paulo, 1982.

[8] A. Bennet, M. Cieslik and S. Miles, “Researching youth”, Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2003.

[9] VertebrALCUE, “VertebrALCUE - Uma nova abordagem na construção do espaço Comum ALCUE de educação superior”, <http://www.vertebralcue.org>. Último acesso em: 15 de agosto de 2012.

[10] D.M. Magaldi, “Internacionalización de las IES en México: Un estudio por comparación de casos en la participación del proyecto ALFA - Tuning”, Dissertação de Mestrado, Flaco México, 2008.

- [11] M.J. Simonette, “Engenharia de Sistemas em Sistemas Sociotécnicos”, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2010.
- [12] D.K. Hitchins, “Systems Engineering: A 21st Century Systems Methodology”, John Wiley & Sons, Chichester, 2008.
- [13] G. Morgan, “Images of organization: the executive edition”, Berrett-Koehler Publishers, San Francisco, 1998.
- [14] L.V. Bertalanffy, “General System Theory: Foundations, Development, Applications”, Braziller, New York, 2003.
- [15] B.J. Crespi and D. Yanega, “The definition of eusociality”, Behavioral Ecology, v. 6, n. 1, p. 109-115, 1995.
- [16] P.W. Sherman, E.A. Lacey, H.K. Reeve and L. KellerELLER, “The eusociality continuum”. Behavioral Ecology, v. 6, n. 1, p. 102-108, 1995.
- [17] B.P. Kropotkin, “Mutual aid: A factor of evolution”, 1989.
- [18] S.G. Brady, S. Sipes, A. Pearson and B.N. Danforth, “Recent and simultaneous origins of eusociality in halictid bees”, Proceedings in Biological sciences/The Royal Society, vol. 273, n. 1594, p. 1643-1649, 2006.
- [19] M. Anderson, “The Evolution of Eusociality”, Annual Review of Ecology and Systematics, vol. 15, n.1, p. 165-189, 1984.
- [20] P.J. Gullan and P.S. Cranston, “The Insects: An Outline of Entomology”, Blackwell Publishing, Oxford, 2005.
- [21] E.O. Wilson, “Sociobiology”, Harvard University Press, 1980.
- [22] E.C. Minkoff and P.J. Baker, “Biology today: an issues approach”, Garland Pub, 2000.
- [23] E.O. Wilson and B. Holldobler, “Eusociality: Origin and consequences”, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 102, n. 38, p. 13367-13371, 2005.
- [24] J.R. Meyer, “General Entomology: Social Insects”, <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/tutorial/Social/index.html>. Último acesso em: 15 de agosto de 2012.
- [25] C. Cooper and J. Boyd, “Mindful Learning”, Global Learning Communities, 1996.
- [26] E. Taylor-Powell, “Questionnaire Design: Asking questions with a purpose”, Program Development and Evaluation – University of Wisconsin – Cooperative Extension, Texas, 2008.