

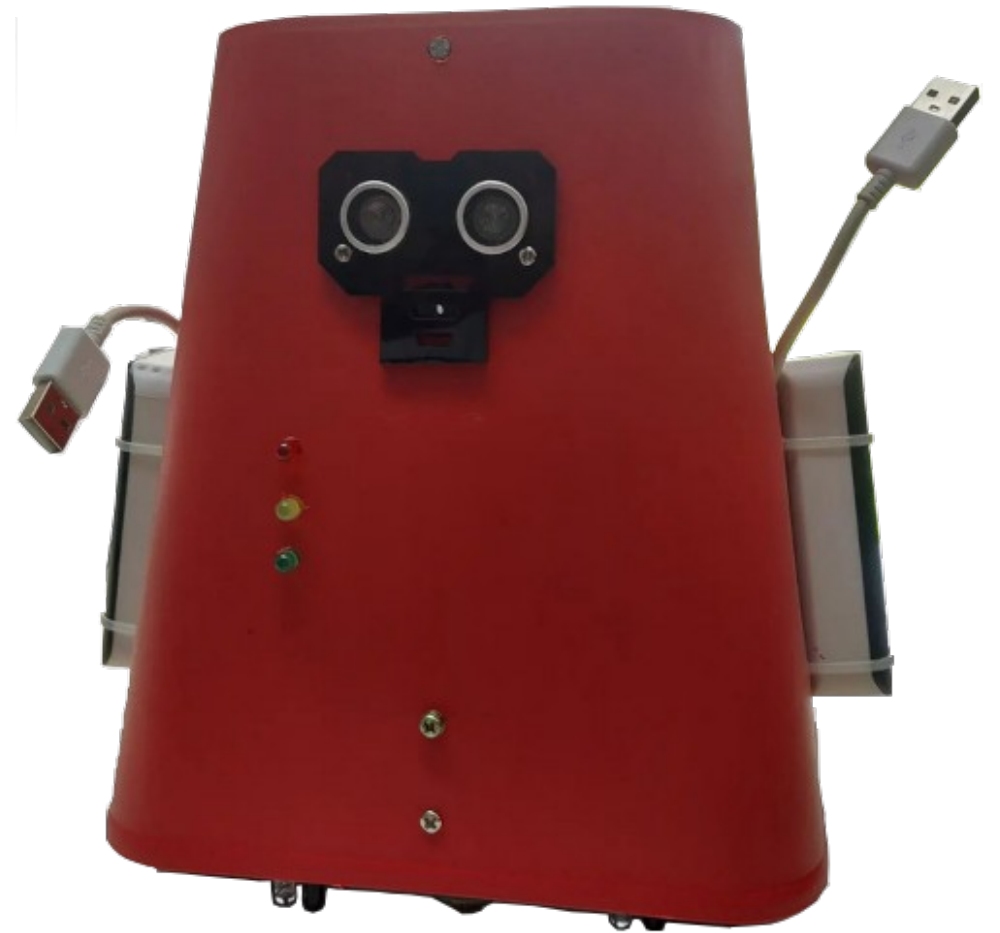
Introduction to Distributed and Embedded Multi-agent Systems

Carlos Eduardo Pantoja¹
Nilson Mori Lazarin^{1,2}

1. Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET/RJ) - 2. Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil



Introduction



Introduction

Inteligência Artificial?

- Quando começou?
- Quem criou?
- Pra que serve?



O termo Inteligência Artificial

Comportamento de uma máquina que, se um humano se comportar da mesma maneira, é considerada inteligente. É difícil ampliar esta definição, porque a definição de quais fatores descrevem a inteligência humana não é clara.

A. B. Simmons and S. G. Chappell, "Artificial intelligence-definition and practice," in IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 13, no. 2, pp. 14-42, April 1988, <https://doi.org/10.1109/48.551>.

O termo Inteligência Artificial

*Cunhado em 1956 na Dartmouth College, numa conferência que buscava “proceder com base na conjectura de que cada aspecto da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência pode, em princípio, **ser descrito com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-lo**”.*

Artificial Intelligence (AI) Coined at Dartmouth | Dartmouth. <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>.

O termo Inteligência Artificial

Hoje em dia, a Inteligência Artificial (IA) tem gerado um enorme entusiasmo, gerando uma elevada procura de investigação sobre a utilização estratégica da IA para obter vantagens competitivas no contexto organizacional, como no apoio à decisão, no relacionamento com clientes, na automação, ou na geração de novos produtos e serviços

Borges, Aline F. S., et al. "The Strategic Use of Artificial Intelligence in the Digital Era: Systematic Literature Review and Future Research Directions". International Journal of Information Management, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102225> .

O que é IA?

*Representa **a imitação, pelos computadores**, da inteligência inerente aos humanos. Uma definição comum de IA é que se trata de **uma tecnologia que permite às máquinas imitar várias habilidades humanas complexas**.*

Isso, no entanto, não dá muito o que continuar. Na verdade, nada mais faz do que traduzir o termo “inteligência artificial” em palavras diferentes. Enquanto essas “competências humanas complexas” não forem especificadas, não será claro exatamente o que é a IA.

Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In: Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2

O que é IA?

Busca-se capacitar os computadores para desempenharem tarefas de uma forma que possa manifestar características que podem ser consideradas inteligentes, usando os seres humanos como fonte da qual deriva a maioria de seus modelos.

Capacidades:

- Raciocinar;
- Adquirir e aplicar conhecimentos;
- Perceber e manipular objetos no mundo real.

Yager, Ronald R. "Fuzzy Logics and Artificial Intelligence". Fuzzy Sets and Systems, vol. 90, no 2, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00086-9).

A IA pode ser fornecida através de diferentes abordagens, seja:

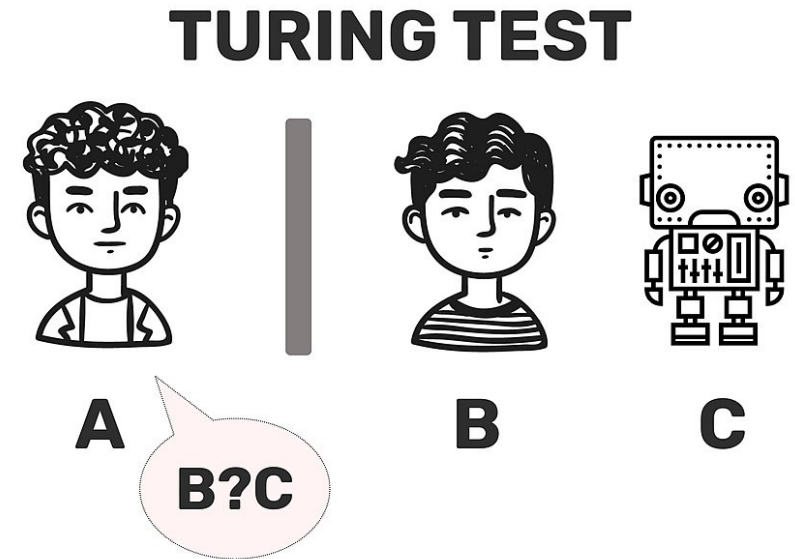
- agindo humanamente;
- pensando humanamente;
- pensando racionalmente;
- ou agindo racionalmente.

RUSSELL, Stuart J. (Stuart Jonathan), 1962-; NORVIG, Peter, 1956-. Artificial intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c2010. xviii, 1132p., il. (Prentice Hall series in artificial intelligence). Bibliografia: p. 1064-1093. ISBN 9780136042594 (Enc.).

Agindo de forma humana

O **Jogo da Imitação** é uma forma clássica para declarar se uma máquina é capaz de agir de forma humana.

Dois jogadores respondem perguntas (recebidas e respondidas apenas por mensagens de texto) de um interrogador humano que deve decidir, com base somente nas respostas, qual dos jogadores é o humano.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turing_Test.jpg

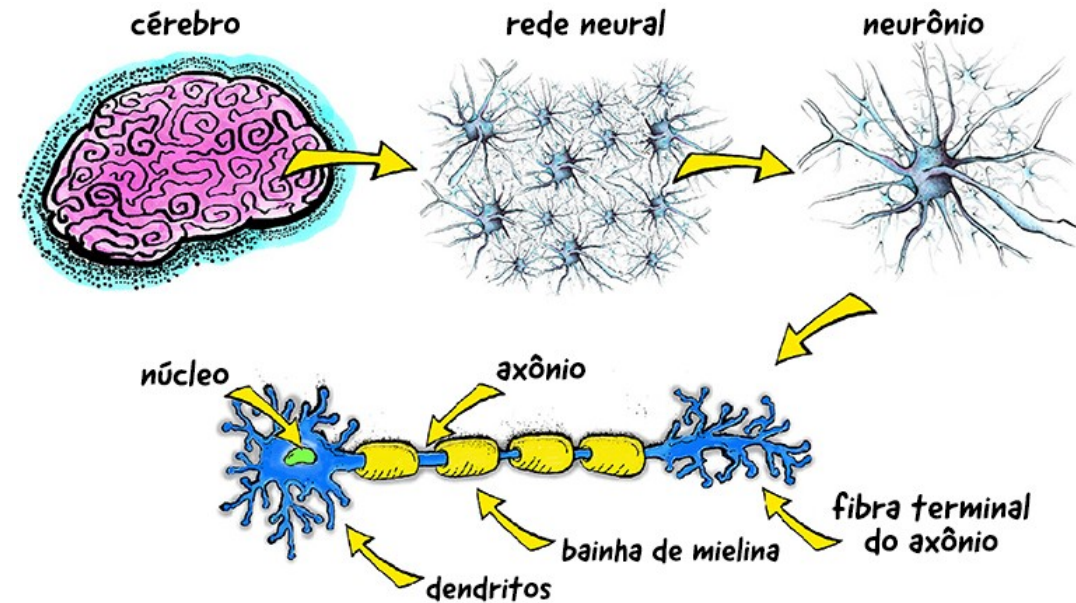
Turing, A. M. "I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE". Mind, vol. LIX, no 236, outubro de 1950, p. 433–60. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433> .

Pensando de forma humana

Baseado no modelo de processamento sensorial do cérebro, onde o peso, pelo qual uma entrada de outra célula é multiplicada, corresponde à força de uma sinapse.

Uma rede neural pode ser simulada em um computador.

Ao aplicar algoritmos que imitam os processos de neurônios reais, podemos fazer a rede “aprender” a resolver um determinado problema.



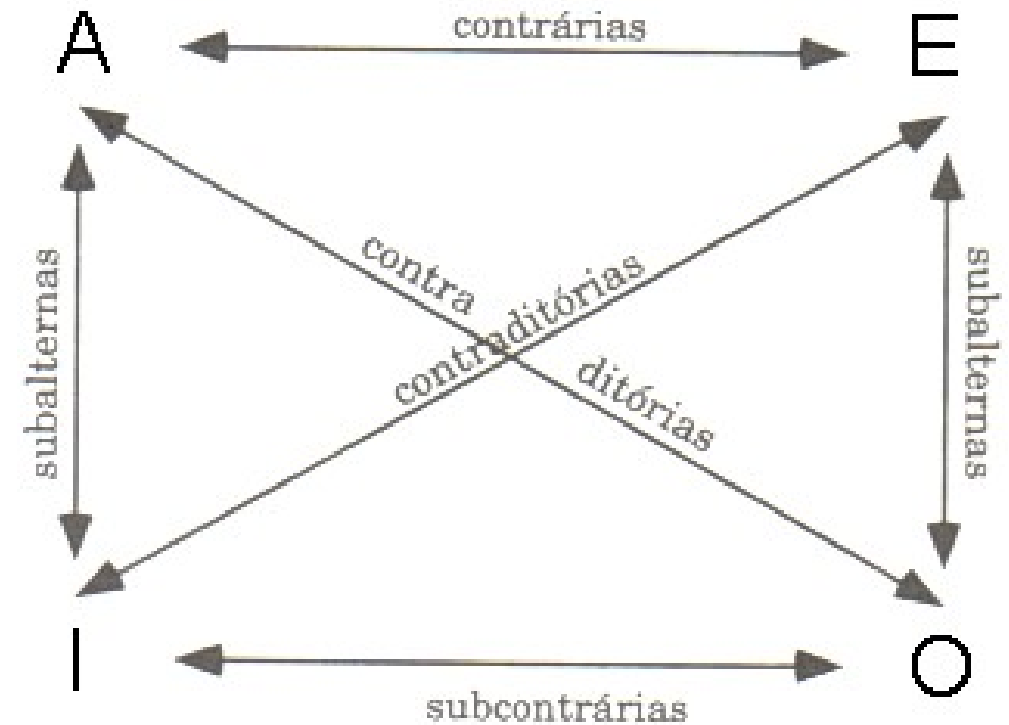
<https://parajovens.unesp.br/o-que-e-uma-rede-social-e-para-que-serve/>

Krogh, Anders. "What Are Artificial Neural Networks?" Nature Biotechnology, vol. 26, no 2, fevereiro de 2008, p. 195–97. <https://doi.org/10.1038/nbt1386>.

Pensando racionalmente

A lógica fornece um ponto de vista e princípios para a construção de linguagens e procedimentos utilizados por máquinas inteligentes.

Como o pensamento humano não é exato, para lidar com a representação da incerteza foram criadas as teorias capazes de resumir dados e concentrar-se em informações relevantes para a decisão



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabua_oposicoes.PNG

Nilsson, Nils J. "Logic and Artificial Intelligence". Artificial Intelligence, vol. 47, no 1–3, janeiro de 1991, p. 31–56. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(91\)90049-P](https://doi.org/10.1016/0004-3702(91)90049-P).

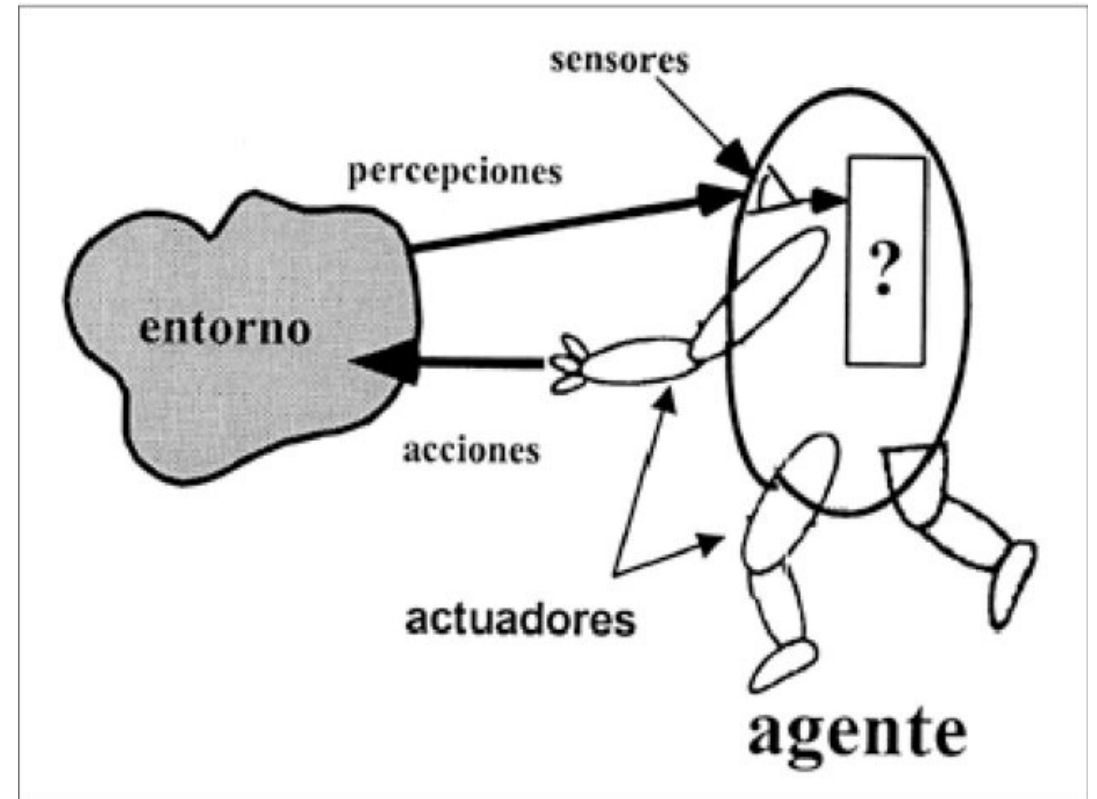
Klement, Erich Peter & Slany, Wolfgang. (1997). Fuzzy Logic in Artificial Intelligence. https://www.researchgate.net/publication/2265039_Fuzzy_Logic_in_Artificial_Intelligence

Agindo racionalmente

Um agente é um sistema computacional do qual espera-se que:

- Opere de forma autônoma;
- Perceba o ambiente;
- Persista por um período de tempo prolongado;
- Adapte-se a mudanças;
- Crie e persiga metas.

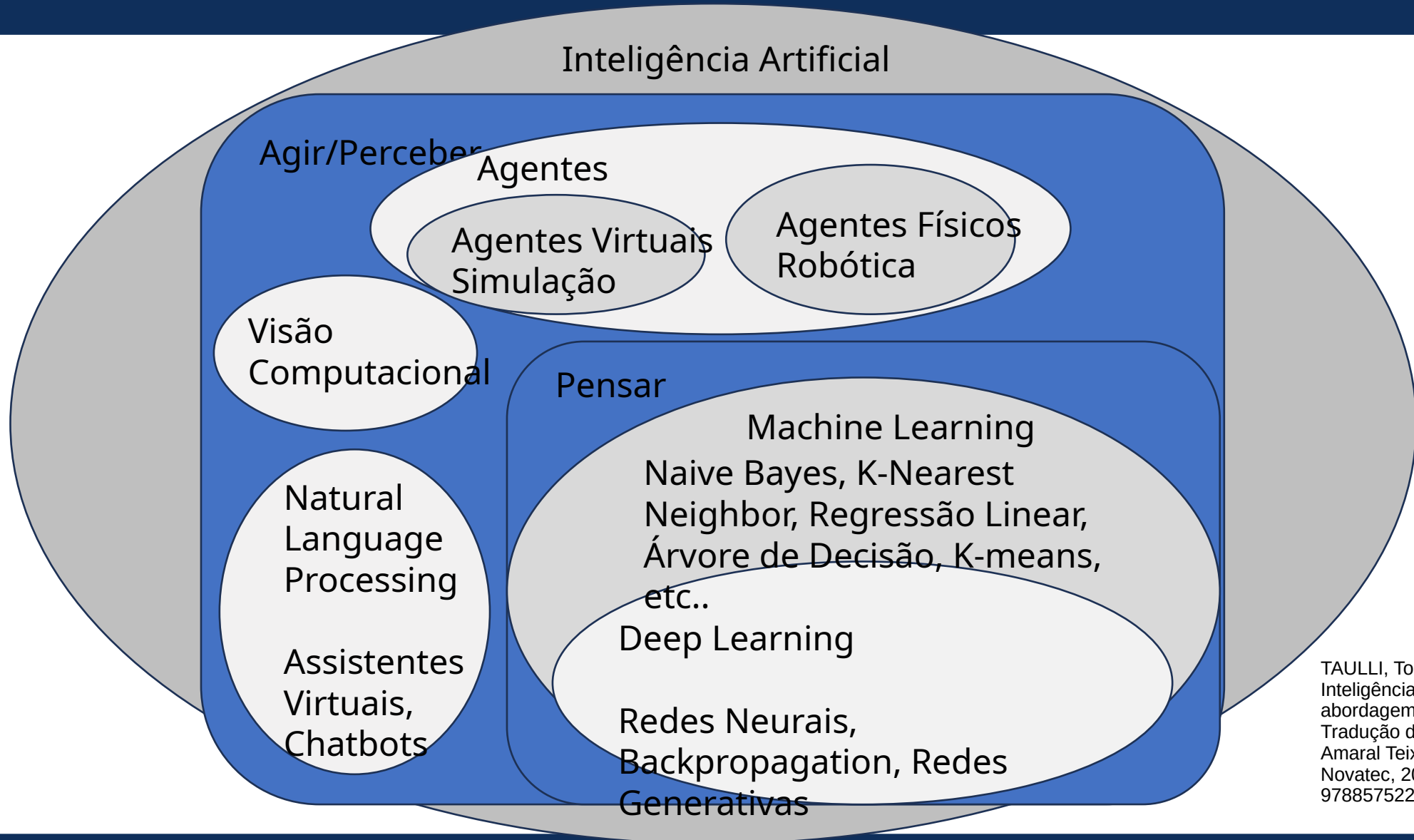
Agentes racionais são aqueles que atuam para encontrar o melhor resultado, ou quando há incerteza, encontre o melhor resultado esperado.



Botti, V. & Julián, Vicente. (2000). Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial. Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática. 95.

RUSSELL, Stuart J. (Stuart Jonathan), 1962-; NORVIG, Peter, 1956-. Artificial intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c2010. xviii, 1132p., il. (Prentice Hall series in artificial intelligence). Bibliografia: p. 1064-1093. ISBN 9780136042594 (Enc.).

Visão geral



TAULLI, Tom. Introdução à Inteligência Artificial: uma abordagem não técnica. Tradução de Luciana do Amaral Teixeira. São Paulo: Novatec, 2020. 231 p. ISBN 9788575228197.

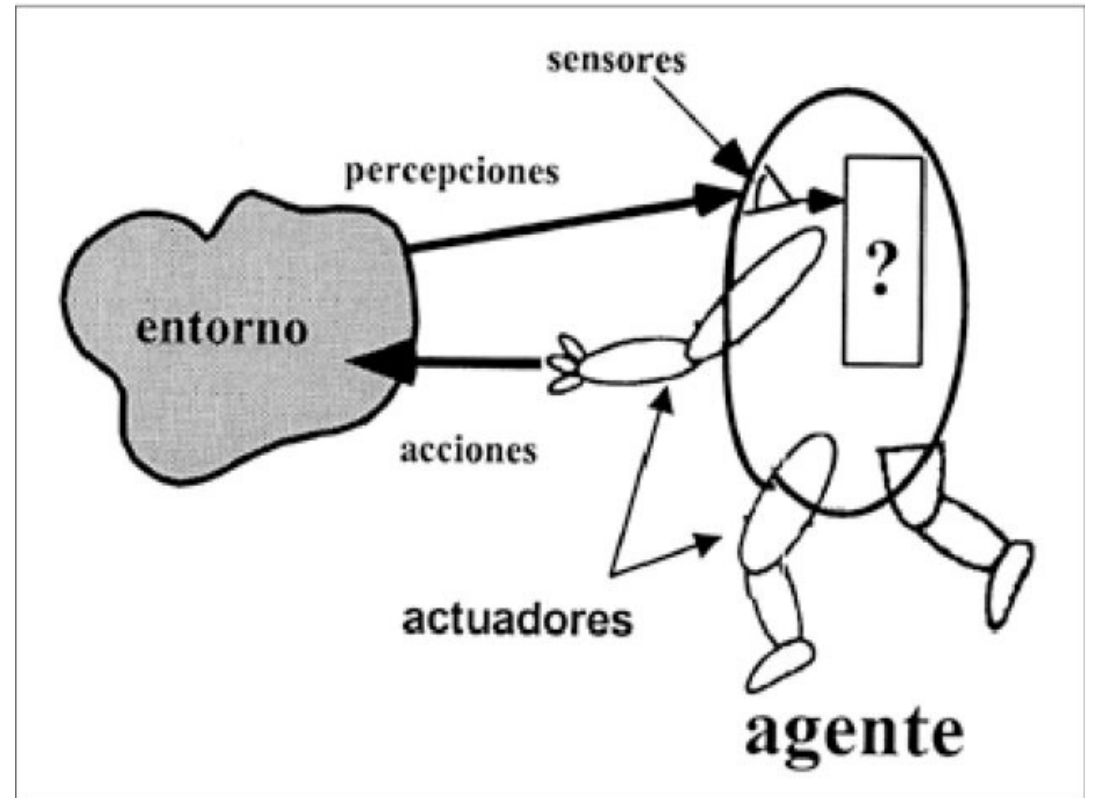
Vantagens do uso de agentes racionais

Ela é mais geral que a abordagem de "leis do pensamento" porque a inferência correta é apenas um dentre vários mecanismos possíveis para se alcançar a racionalidade.

Ela é mais acessível ao desenvolvimento científico do que as estratégias baseadas no comportamento ou no pensamento humano.

O padrão de racionalidade é matematicamente bem definido e completamente geral, podendo ser "desempacotado" para gerar modelos de agente que comprovadamente irão atingi-lo.

O comportamento humano está bem adaptado a um ambiente específico e é definido como a soma de tudo o que os humanos fazem.



Botti, V. & Julián, Vicente. (2000). Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial. Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática. 95.

RUSSELL, Stuart J. (Stuart Jonathan), 1962-; NORVIG, Peter, 1956-. Artificial intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c2010. xviii, 1132p., il. (Prentice Hall series in artificial intelligence). Bibliografia: p. 1064-1093. ISBN 9780136042594 (Enc.).

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA

- Em meados de 1970, a Inteligência Artificial Distribuída (IAD) evoluiu e diversificou rapidamente, tornando-se um campo de pesquisa já estabelecido e muito promissor, que concentra ideias de muitas disciplinas, como:
 - Inteligência Artificial;
 - Ciências da Computação;
 - Sociologia;
 - Economia;
 - Ciência da Organização e Gerência;
 - Filosofia.

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA

- Segundo Weiss (1999), a Inteligência Artificial Distribuída é estudo, construção e aplicação de sistemas multiagentes, ou seja, sistemas com graus de interação em que os agentes perseguem um conjunto de objetos ou fazem um conjunto de tarefas.

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA

- Para Demazeau e Müller (1990), a IAD é solução colaborativa de problemas globais por um grupo distribuído de entidades. Assim sendo, estas entidades, que podem estar **geograficamente dispersas**, devem compartilhar as informações a fim de atingir um objetivo global.

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuida: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA

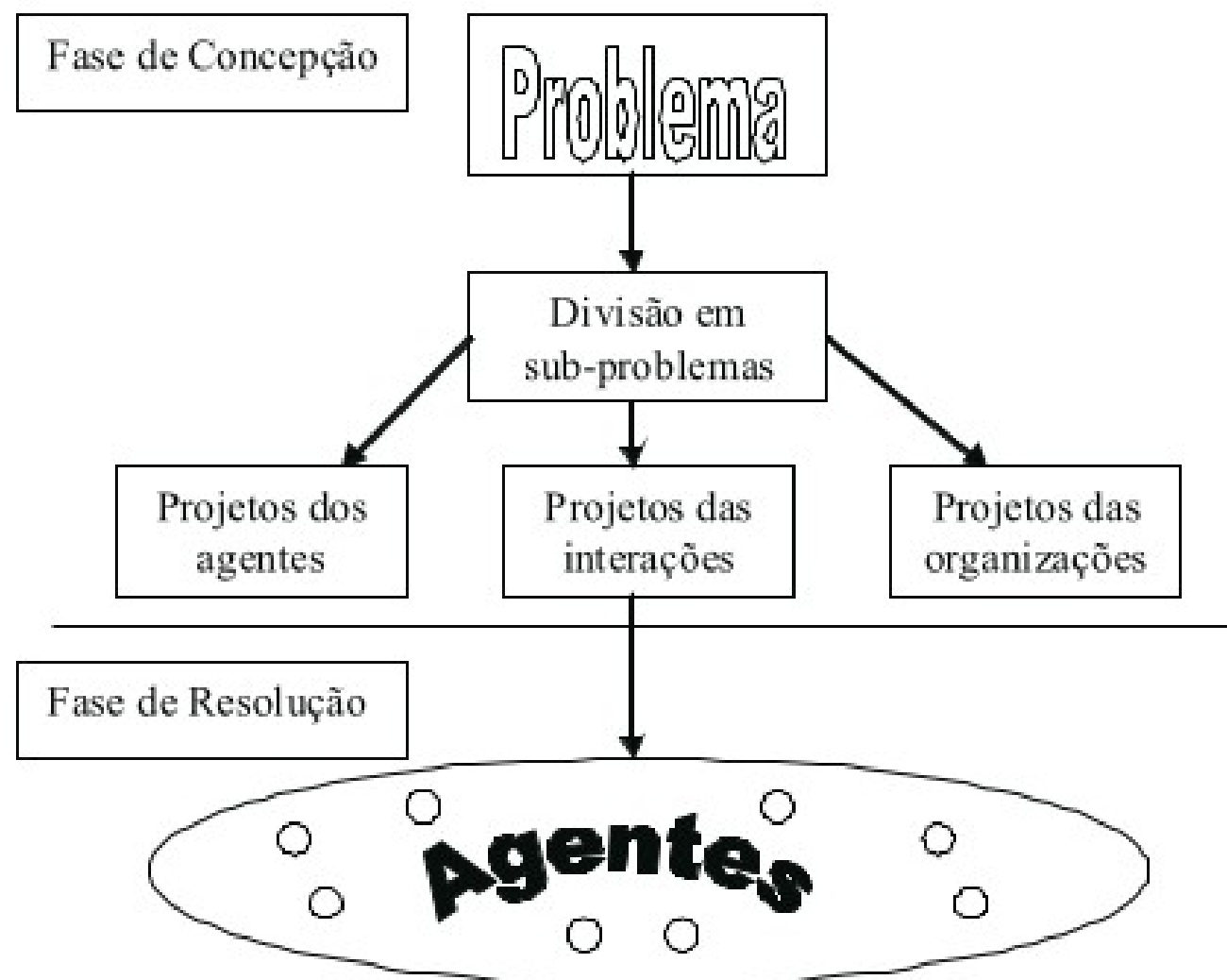
- A IAD é dividida em duas grandes áreas:
 - Resolução Distribuída de Problemas (RDP);
 - Sistemas Multiagentes.

Ambas com algumas semelhanças, porém com um grande diferencial no foco dos agentes nas aplicações (SICHTMAN, 1992).

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Resolução Distribuída de Problemas

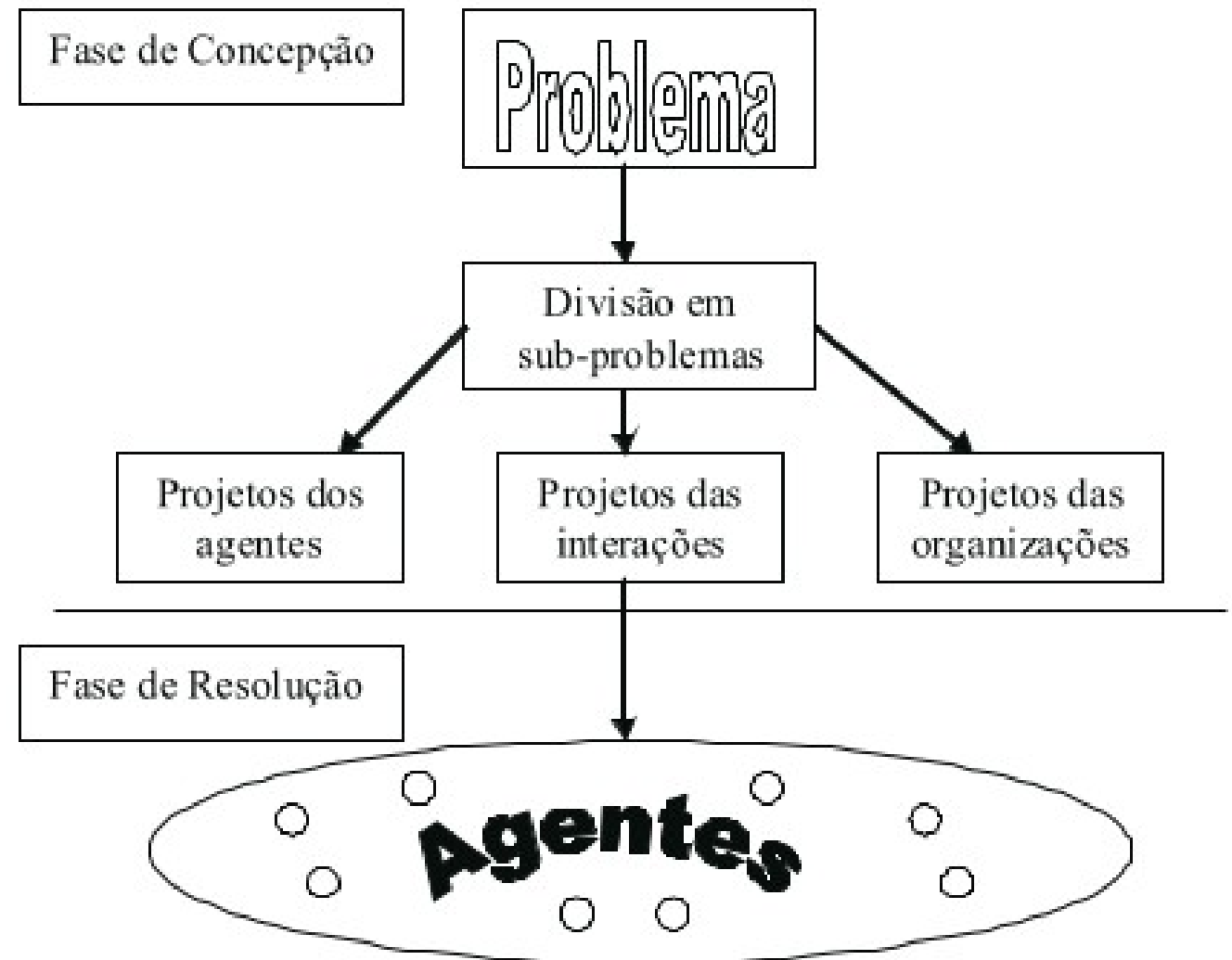
- Nesta grande área, os agentes são direcionados para resolver um problema em particular, dentro de uma concepção fechada do domínio a que se refere o problema.
- Ou seja, os agentes são projetados apenas para resolver **um tipo específico de problema** e, mesmo que haja similaridade com outros problemas, não podem ser utilizados para resolver estes outros.



CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Resolução Distribuída de Problemas

- Desta forma, para a resolução de um problema, os agentes devem cooperar entre si, compartilhando conhecimento sobre o problema e o processo de obter uma solução.
- A abordagem utilizada pela RDP é a *top-down*, ou seja, o projetista primeiramente realiza uma análise do problema a ser resolvido e, então, identifica os agentes necessários para atuarem conforme o esquema estruturado para a solução desse problema.



CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Sistemas Multiagente

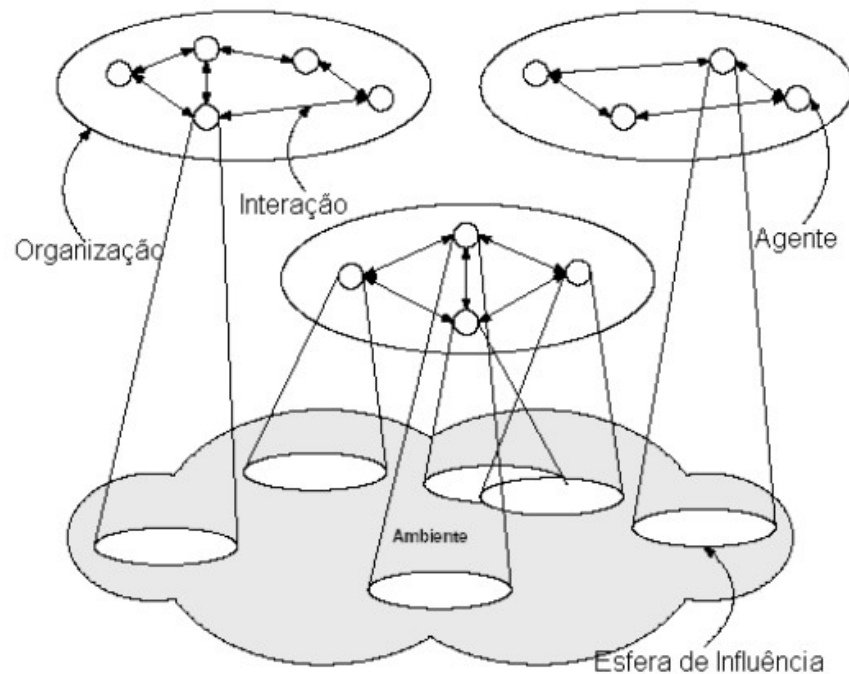


Figura 1: Estrutura de um Sistema Multiagente
Fonte: Reis (2004).

- Ao contrário da RDP, os Sistemas Multiagentes têm um foco na estruturação do agente e não na estruturação do problema, o que permite uma flexibilidade para os agentes que são capazes de resolver mais de um problema.
- Isto é uma característica de "*bottom up*" (ascendente) no desenvolvimento do sistema, pois o projetista se preocupa em desenvolver arquiteturas de agentes que interajam de forma autônoma e social.

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Sistemas Multiagente

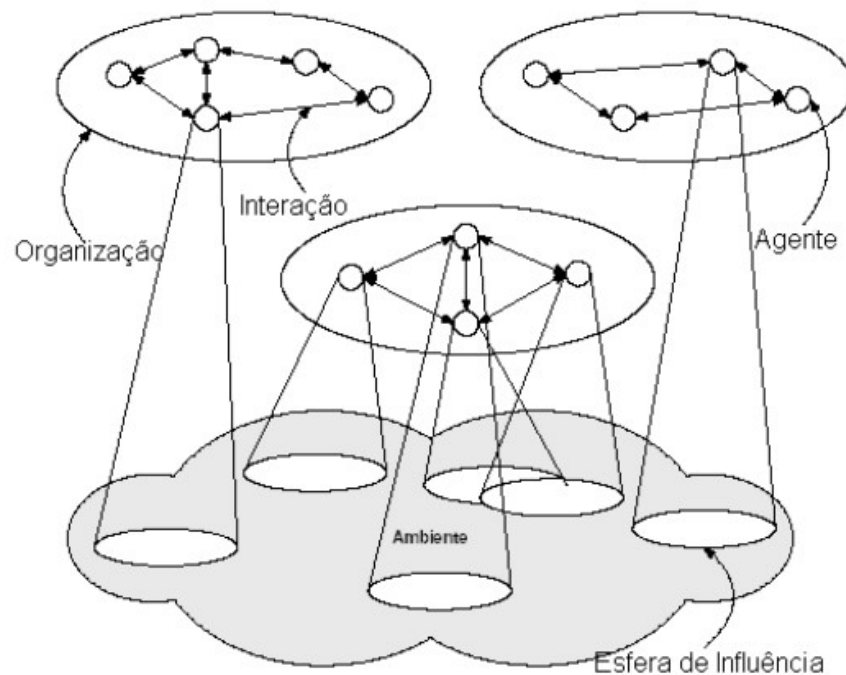


Figura 1: Estrutura de um Sistema Multiagente
Fonte: Reis (2004).

- É notável que, em relação à RDP, haja um aumento significativo da complexidade no desenvolvimento de sistemas multiagentes que necessitam disponibilizar suporte às modificações ambientais.
- Para isso, precisam ter agentes autônomos que detenham mecanismos de comunicação bem organizados para que haja a interação.

CAMILO JUNIOR, C. G.; NOGUEIRA, R. G.; VINHAL, C. D. N. Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar. Revista Estudos - Vida e Saúde (Ciências Ambientais e Saúde), Goiânia, Brasil, v. 35, n. 2, p. 247–256, 2009. DOI: 10.18224/est.v35i2.644. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/644>. Acesso em: 18 fev. 2024.

OBRIGADO!

pantoja@cefet-rj.br
nilson.lazarin@cefet-rj.br

