

Aplicação de Arquitetura Orientada a Agentes na Teleavaliação de Competência em Leitura de Palavras

GUNJI, José Cassiano Grassi¹; ITO, Márcia¹; ALMEIDA, Maurício Amaral de¹
cassiano.gunji@gmail.com; ito@mind-tech.com.br; malmeida@inteligenciaartificial.eti.br

¹Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)
Rua dos Bandeirantes, 169 – CEP 01124-010 – São Paulo, SP – Brasil

Resumo: Neste artigo é proposta uma arquitetura orientada a agentes para a avaliação à distância (teleavaliação) de pessoas com o uso do Teste de Competência em Leitura de Palavras (TCLP). Conceitos básicos sobre o TCLP e sobre o paradigma de programação orientada a agentes são expostos. A arquitetura proposta é avaliada frente aos conceitos da literatura corrente. Vantagens imediatas da aplicação deste paradigma são discutidas, assim como as vantagens potenciais decorrentes da extrapolação desta abordagem a um sistema educacional por computador mais abrangente.

Palavras chave: Educação, Avaliação à distância, Inteligência artificial, Agente, Automação.

Abstract: In this article is proposed an agent oriented architecture for remote evaluation (tele-evaluation) of people using the Word Reading Competence Test. Basic concepts about the test and the agent oriented programming paradigm are exposed. The proposed architecture is evaluated against the concepts of current literature. Immediate advantages of the application of this paradigm are discussed, as well as the potential advantages decurrent from the extrapolation of this approach to a broader computerized educational system.

Keywords: Education, Remote evaluation, Artificial intelligence, Agent, Automation.

1 Introdução

Testes de desempenho são tradicionalmente aplicados a um grupo de interesse em um ambiente controlado, como o Teste de Competência em Leitura de Palavras (TCLP) (CAPOVILLA, F.; CAPOVILLA, A.; VIGGIANO *et al*, 2005). Esta abordagem procura minimizar efeitos do ambiente no grupo em teste. Assim espera-se que o resultado obtido com a aplicação do teste seja o mais próximo possível do valor real das variáveis em teste presentes no grupo avaliado. Mas há ocasiões em que é preferível uma abrangência sobre um grupo maior de avaliados ou a avaliação dos sujeitos em um ambiente mais familiar. Macedo; Capovilla; Nikaedo *et al* (2005) conduziram um experimento no qual o TCLP foi aplicado à distância, uma modalidade que foi batizada de teleavaliação. Com isto, conseguiram um alcance maior na aplicação do teste e também puderam utilizar recursos

computacionais como fonte de mais informações. Um exemplo foi a mensuração do tempo requerido pelos sujeitos em teste para responder a cada pergunta. Estes tempos foram então considerados no tratamento dos resultados, fornecendo informações úteis.

Neste artigo é proposta uma alternativa à teleavaliação utilizada por Macedo; Capovilla; Nikaedo *et al* (2005). No lugar de uma abordagem cliente-servidor pode ser adotado o paradigma da programação orientada a agentes. Algumas das vantagens dessa abordagem serão mostradas ao longo deste documento justificando sua adoção. Esta prática também propicia a integração do TCLP a outras atividades educacionais, como também será mostrado.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: No tópico 2, Referencial Teórico, são expostos os conceitos básicos utilizados ao longo do texto; no tópico 3, Uma Arquitetura Multi-Agente para Teleavaliação com TCLP, a arquitetura multi-agente proposta é detalhada; finalmente no tópico 4, Conclusões, são feitos comentários sobre a arquitetura proposta e são elaboradas sugestões para pesquisas mais aprofundadas.

2 Referencial Teórico

A seguir são discutidos alguns conceitos importantes utilizados na elaboração deste artigo. Espera-se que o leitor já esteja familiarizado com conceitos básicos de redes de computadores e com programação orientada a objetos.

2.1 O Teste de Competência em Leitura de Palavras

O TCLP avalia o desenvolvimento da leitura ao longo das etapas de aprendizado. Trata-se de um teste de papel e lápis (CAPOVILLA, F.; CAPOVILLA, A.; VIGGIANO *et al*, 2005) mas possui uma versão eletrônica aplicada via Internet (MACEDO; CAPOVILLA; NIKAEDO *et al*, 2005). O teste é composto de 8 itens de treino e 70 itens de teste reunidos num caderno de aplicação. Cada item é composto de uma figura e um elemento escrito. Esse elemento escrito pode ser uma palavra correta ou uma pseudopalavra. Pseudopalavras são seqüências de caracteres que compõem um todo pronunciável, mas que não possui um significado. A tarefa do examinado é circular os itens corretos e cruzar (assinalar com um “X”) os itens incorretos. Há 7 tipos de itens distribuídos aleatoriamente ao longo do teste, com dez itens de teste para cada tipo. Um dos tipos é composto por palavras corretas. Os demais tipos são compostos de pseudopalavras, cada um representando um tipo diferente de erro. Cada erro tem a

finalidade de diagnosticar um tipo diferente de falha no processo de aprendizado. A Figura 1 mostra alguns exemplos de itens de teste que compõem o TCLP.

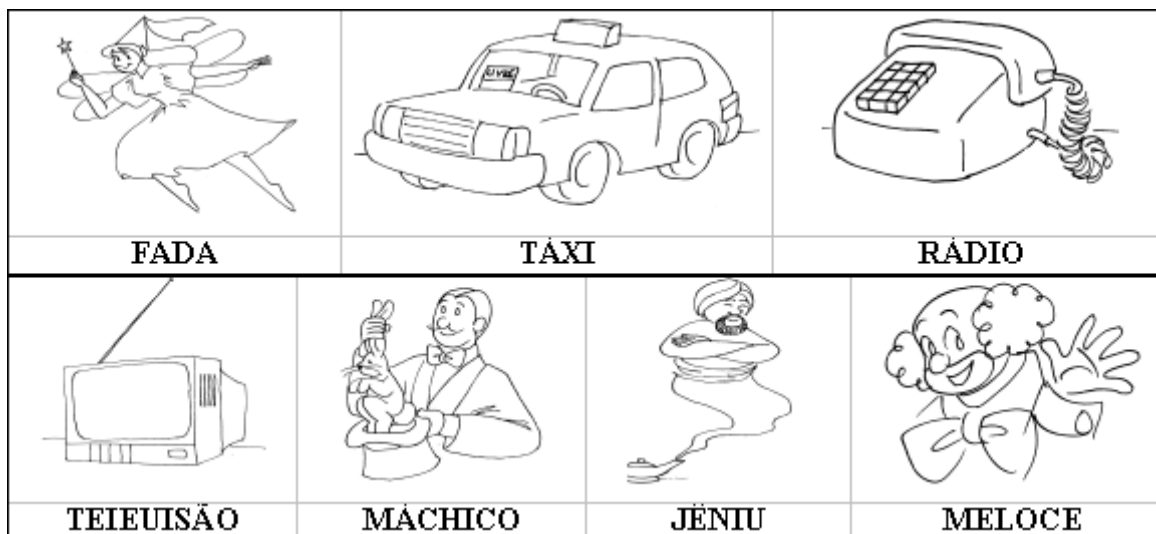


Figura 1: Exemplos de pares figura-palavra que compõem os itens de teste do TCLP (CAPOVILLA, F.; CAPOVILLA, A.; VIGGIANO *et al*, 2005).

O TCLP é acompanhado de tabelas de normatização para avaliar o grau de desvio entre o padrão de leitura de um examinado e o padrão de leitura normal de seu grupo de referência de acordo com o nível de escolaridade.

2.2 Abordagem Multi-Agente

A aplicação do TCLP por meios eletrônicos a um grupo de interesse distribuído geograficamente e ao longo do tempo sugere que este seja um problema onde é útil o uso da Inteligência Artificial Distribuída (IAD). Em IAD, um problema é resolvido pelo trabalho cooperativo de um número de agentes computacionais (SICHMAN, 2003; WOOLDRIDGE, 2002; ITO, 1999; BRAUN; ROSSAK, [200-]; DEMAZEAU; MÜLLER, 1990). Uma definição para agente é a seguinte:

[...] vamos considerar um **agente** como sendo uma entidade computacional inteligente que trabalha de forma cooperativa, pois trocas mútuas de informação são necessárias para permitir que o grupo como um todo produza uma solução para um problema proposto (DEMAZEAU; MÜLLER *apud* ITO, 1999, pg. 19).

Wooldridge (2002) explica que uma entidade computacional pode ser considerada um agente inteligente se apresentar: (a) **reatividade**, a capacidade de perceber seu ambiente e agir de acordo com sua percepção; (b) **proatividade**, a capacidade de tomar a iniciativa e agir de acordo com um plano; e (c) **habilidades sociais**, a capacidade de

interagir com outros agentes. Brown; Rossak ([200-]) adicionam a seguinte característica a esta lista: (d) **autonomia**, a capacidade de agir sem a interação direta de seu dono.

Em IAD, uma comunidade de agentes é denominada **sociedade**. As sociedades existem a fim de que os agentes possam se agrupar com o objetivo de realizar tarefas complexas (ITO, 1999, pg. 20).

Assim, um conjunto de agentes, organizados em uma sociedade de agentes, é capaz de solucionar um problema. Os agentes colaboram, executando tarefas que contribuem no todo para se obter um resultado esperado.

Os agentes não precisam atuar em um único ambiente. Quando um agente é dotado da habilidade de se locomover de um ambiente para outro passa a ser denominado **agente móvel** (BRAUN; ROSSAK, [200-]; DEMAZEAU; MÜLLER, 1990). Esses ambientes podem existir em um mesmo computador ou em computadores conectados em rede, seja ela local (Local Area Network – LAN), ampla (Wide Area Network – WAN) ou mesmo a Internet.

Os agentes são executados em um ambiente de agentes, que também pode ser chamado de servidor de agentes ou simplesmente agência (BRAUN; ROSSAK, [200-]; ITO, 1999; SICHMAN, 2003; WOOLDRIDGE, 2002). Uma agência permite que os agentes percebam seu ambiente, que eles atuem no ambiente, comuniquem-se mutuamente e se locomovam de uma agência para outra.

A aplicação do TCLP a um grande grupo de pessoas, espalhadas geograficamente, mas conectadas pela Internet é um problema distribuído que pode ser abordado com o uso de agentes móveis. Um agente desse tipo pode se locomover até o computador de um sujeito do teste, aplicar o teste e locomover-se de volta ao seu local de origem, trazendo os resultados do teste. Inicialmente pode parecer que a abordagem multi-agente não apresenta vantagens sobre a abordagem cliente-servidor. As vantagens serão discutidas em maiores detalhes nas próximas seções, mas pelo menos uma pode ser adiantada: Um agente móvel, por ser uma entidade computacional executada localmente, pode tirar maior proveito dos recursos locais, como interfaces especializadas para pessoas com limitações físicas.

3 Uma Arquitetura Multi-Agente para Teleavaliação com TCLP

Nesta seção é discutida em maiores detalhes a proposta de uma arquitetura para a teleavaliação com TCLP usando um sistema multi-agente.

Uma parte interessada, que pode ser um professor, um orientador pedagógico ou um psicólogo, decide aplicar o TCLP a um grupo de pessoas. Essas pessoas não precisam ou não podem comparecer a um local definido em um horário definido para executar o teste. Mas todas essas pessoas dispõem de acesso à Internet e seus computadores estão preparados com um ambiente de agentes. Esta parte interessada, a qual chamaremos a partir deste ponto de avaliador, instrui seu agente a aplicar o teste a esse grupo de pessoas. Por simplicidade, chamaremos este agente de agente-avaliador (Figura 2).

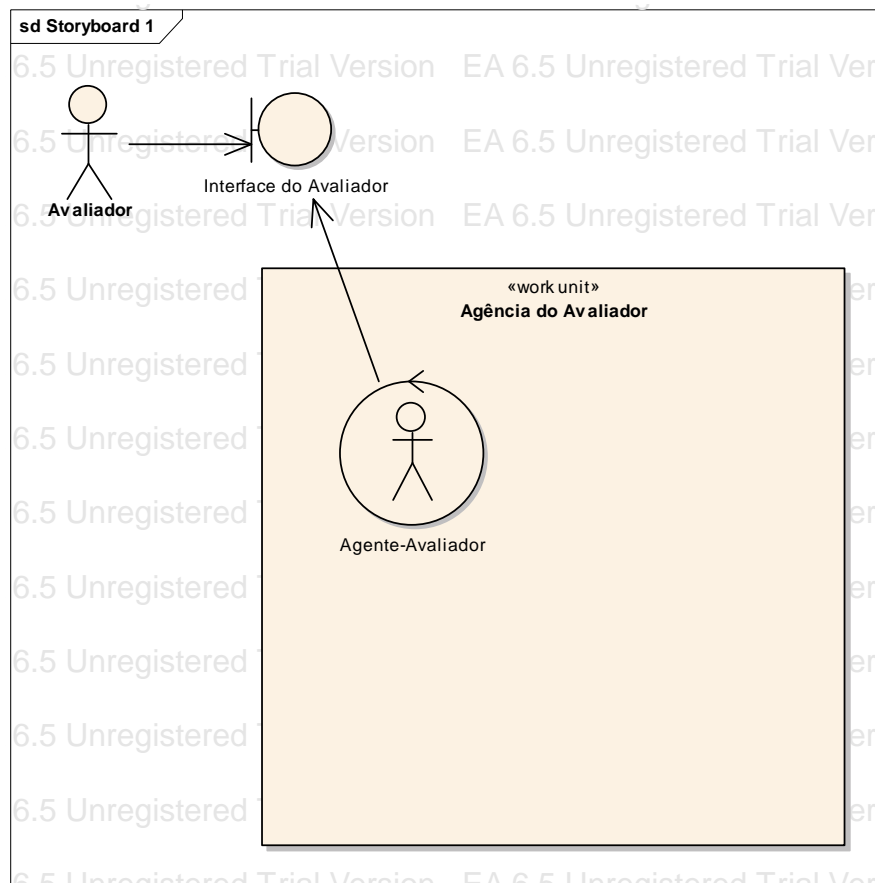


Figura 2: O avaliador instrui seu agente-avaliador a aplicar o TCLP a um grupo de pessoas. Fonte: O autor.

Neste momento, o avaliador forneceu ao agente-avaliador um objetivo. Um agente só irá executar qualquer atividade quando possuir pelo menos um objetivo. Além disso, este agente irá apenas executar ações que o aproximem de seu objetivo. Caso o agente possua mais de um objetivo, ele deve ser equipado com mecanismos para resolver conflitos de interesse entre seus vários objetivos (RUSSELL; NORVIG, 2004). Para alcançar seu objetivo, o agente-avaliador dispõe do enunciado do TCLP e os endereços dos sujeitos do teste. Ele instancia um novo agente, o agente-aplicador. O agente-avaliador cria um agente-aplicador para cada sujeito do teste (Figura 3). Este novo agente é capaz de se

locomover até o endereço de um sujeito do teste e aplicar o enunciado de teste que possui (Figura 4).

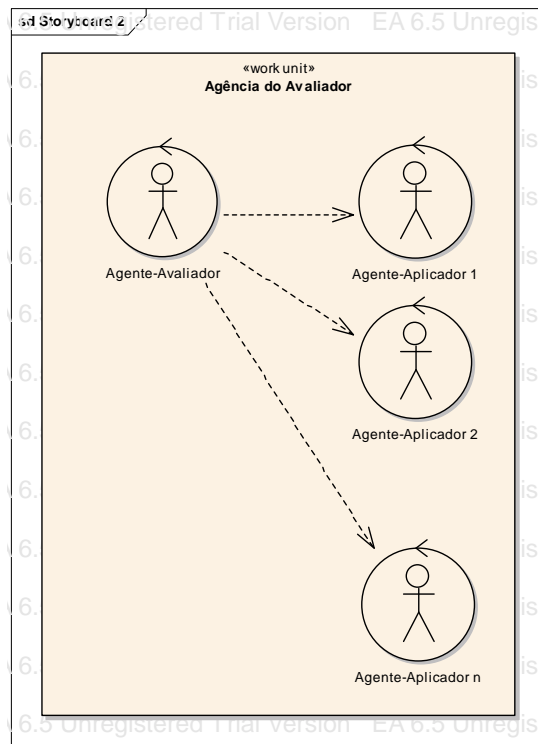


Figura 3: O agente-avaliador traça um plano para alcançar seu objetivo. Sua primeira atitude é instanciar um agente-aplicador para cada avaliado. Fonte: O autor.

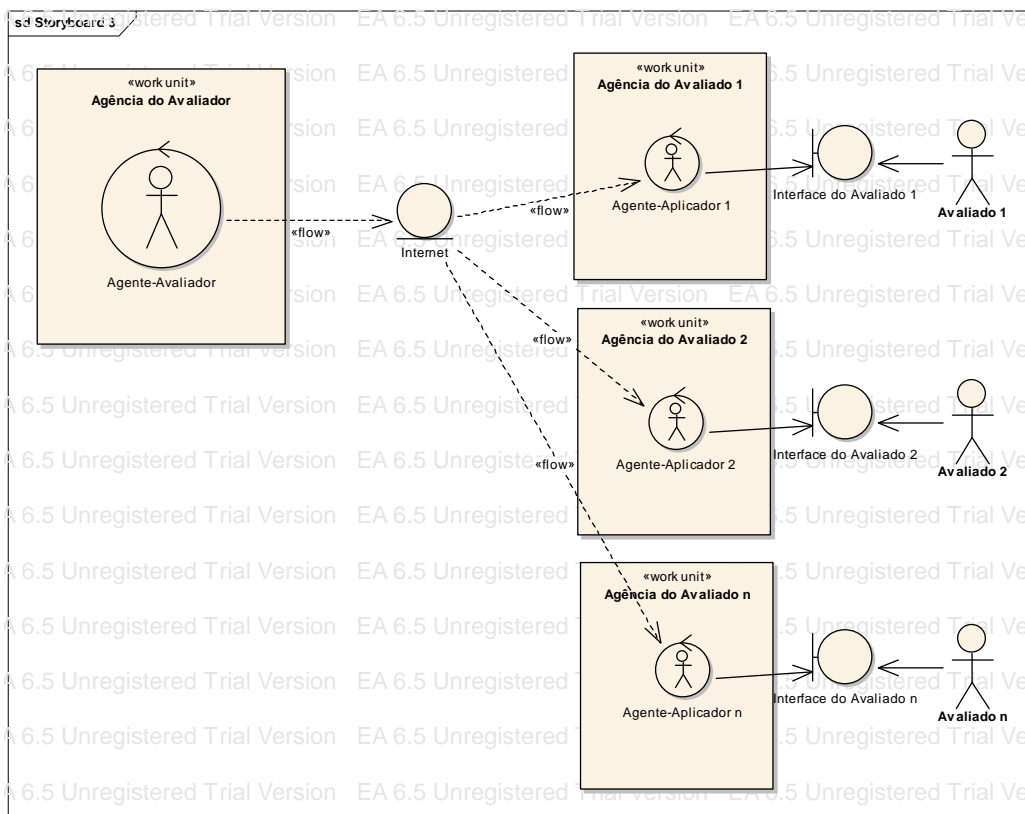


Figura 4: Os agentes-aplicadores deslocam-se para o endereço dos seus avaliados e aplicam o TCLP. Fonte: O autor.

A seguir, quando o teste estiver devidamente aplicado, o agente-aplicador recolhe os resultados e locomove-se de volta ao seu agente-avaliador. Quando o agente-aplicador retorna ao seu agente-avaliador, ele fornece os resultados do teste aplicado e é então destruído (Figura 5).

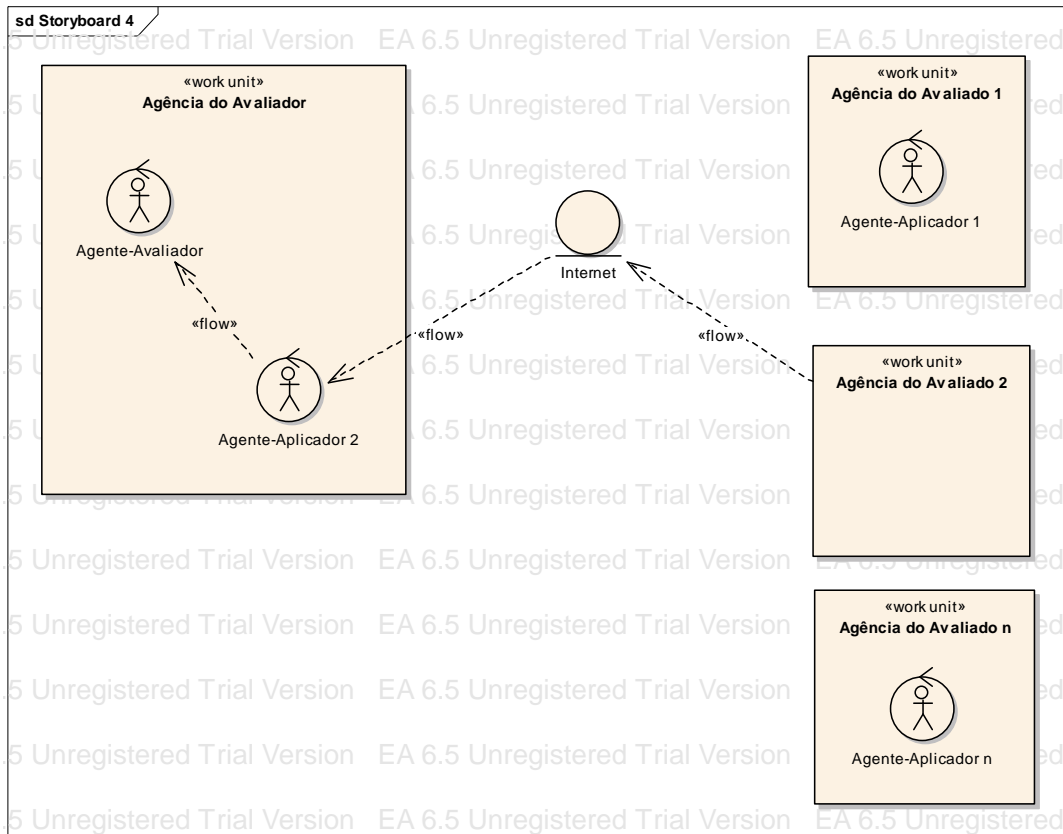


Figura 5: Quando um avaliado termina o TCLP, seu agente-aplicador retorna a seu agente-avaliador e entrega os dados coletados. O agente-aplicador é então destruído. Fonte: O autor.

O agente-avaliador armazena os dados recebidos e faz o tratamento estatístico que estiver instruído a executar. Ele também recebe do avaliador instruções de como exibir os relatórios gerados. Seguindo essas instruções ele pode, por exemplo, enviar um relatório parcial diário para o endereço de correio eletrônico de seu avaliador (Figura 6).

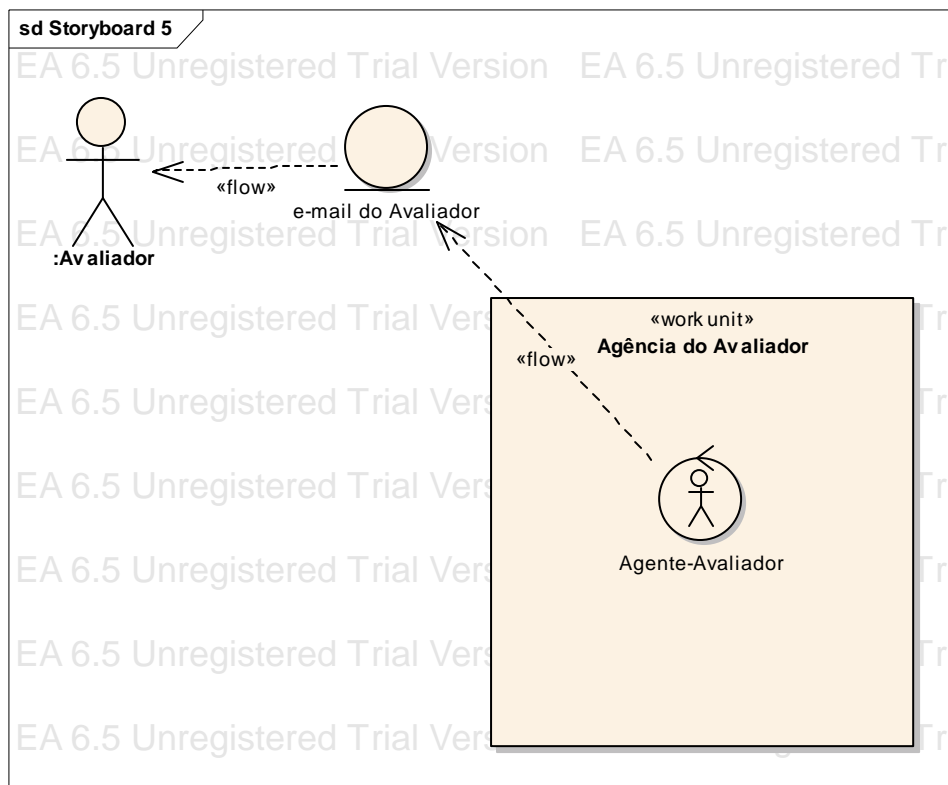


Figura 6: Seguindo suas instruções, o agente-avaliador informa seu avaliador dos resultados da aplicação dos testes. Neste exemplo, o relatório é enviado por correio eletrônico. Fonte: o autor.

4 Conclusões

A abordagem multi-agente proposta, apesar de ser uma razoável alternativa à abordagem cliente-servidor, deve ser considerada apenas como um primeiro passo na elaboração de um sistema multi-agente capaz de executar tarefas bem mais sofisticadas. Deve estar claro para o leitor que há muito que se aprimorar nesta arquitetura. Segundo Ito (1999), esta sociedade de agentes representa apenas um sistema de Resolução Distribuída de Problemas (RDP). Isto se deve ao fato dos agentes terem sido projetados para resolver um problema específico. Os agentes em si não podem ser considerados agentes inteligentes por Braun; Rossak ([200-]) e por Wooldridge (2002), já que apresentam pouca proatividade. Em nenhum momento um agente desta arquitetura toma uma iniciativa sem que esta tenha sido programada ou ordenada explicitamente.

Com a proatividade em mente, pode-se imaginar um agente responsável diretamente por um avaliado. Se e quando este agente notar que algo pode ser feito para melhorar a experiência didática do seu avaliado, o agente pode entrar em contato com agentes de profissionais educacionais e requisitar a aplicação de testes, de tutoriais, de acompanhamento especial ou o quê mais estiver disponível. Além disto, um agente especializado, como o agente-avaliador apresentado neste artigo, pode ser equipado com a

capacidade de perceber a necessidade da aplicação de um teste de matemática, por exemplo. Muitos dos agentes do sistema podem ser orientados por utilidade (RUSSEL; NORVIG, 2004). A utilidade é uma medida que indica o quanto uma ação do agente faz com que ele se aproxime de um objetivo. Estipulando que o objetivo geral do sistema é fazer com que os avaliados aprendam mais e melhor, todos os agentes orientados por utilidade atuarão ativamente para este fim. Uma sociedade de agentes implementada desta maneira já não seria mais um sistema de RDP. Ela já é um Sistema Multi-Agentes (SMA), pois o foco do projeto está nos agentes em si e não mais nos problemas que eles irão resolver (ITO, 1999). As interações entre os agentes já não são tão previsíveis, assim como os problemas que eles irão resolver. Uma sociedade de agentes assim projetada passa a apresentar um comportamento inteligente, pois é capaz de lidar com situações não previstas pelos projetistas.

5 Referências

- BRAUN, P.; ROSSAK, W. **Mobile agents: basic concepts, mobility models and the Tracy Toolkit**. [S. L.]: Elsevier, [200-].
- CAPOVILLA, F.; CAPOVILLA, A. G. S.; VIGGIANO, K. *et al.* **Silent reading by deaf and hearing readers: logographic, alphabetical and lexical processes**. *Estud. psicol. (Natal)*, Jan./Apr. 2005, vol.10, no.1, p.15-23. ISSN 1413-294X.
- DEMAZEAU, Y.; MÜLLER, J. P. **Decentralized artificial intelligence** – Proceedings of the first European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World, England, 1989. Netherlands: Elsevier Science Publishers, B. V. 1990. v. 1.
- ITO, M. **Uma análise do fluxo de comunicação em organizações dinâmicas de agentes**. 1999. 172f. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- MACEDO, E. C. de; CAPOVILLA, F. C.; NIKAEDO, C. C. *et al.* **Teleavaliação da habilidade de leitura no ensino infantil fundamental**. *Psicol. esc. educ.* Jun. 2005, vol.9, no.1, p.37-46. ISSN 1413-8557.
- RUSSELL, S., NORVIG, P. **Inteligência Artificial**: trad. da 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. ISBN 85-352-1177-2.
- SICHMAN, J. S. **Raciocínio social e organizacional em sistemas multiagentes: avanços e perspectivas**. 2003. 258f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. John Wiley & Sons Ltd: West Sussex, England, 2002, ISBN 0-471-49691-X.