

Um Sistema para Ensino da Tecnologia Adaptativa

M. R. F. Santibanez, J. J. Neto

Abstract— This paper presents a software system that supports the teaching of adaptive technology of adaptive devices based on rules, to facilitate their learning through a friendly interface. The system was developed in layers: deterministic devices, devices, non-deterministic and adaptive devices, enabling the creation, training and validation to test different scenarios.

Keywords— Adaptive Technology, Adaptive Rule-Driven Devices, Deterministic Devices, Non-deterministic Devices, Adaptive Devices, Friendly Interface, Learning Process.

I. INTRODUÇÃO

OS avanços tecnológicos têm auxiliado na popularização dos computadores em várias áreas do conhecimento humano. Na área educacional o computador possui um grande potencial para ser uma ferramenta altamente eficaz, no apoio ao processo de ensino-aprendizagem, isto permite que o aprendiz se transforme em participante ativo do processo de aprendizagem e construa seu próprio conhecimento.

Entendemos por tecnologia ao uso do conhecimento científico na resolução de problemas práticos, sendo a adaptatividade, a propriedade que um modelo tem de alterar seu próprio comportamento, de forma espontânea, sem auxílio externo, logo, a tecnologia adaptativa refere-se às técnicas, métodos e disciplinas que estudam as aplicações práticas da adaptatividade [1].

Dessa forma, a tecnologia adaptativa compreende qualquer modelo de representação formal que tenha capacidade de mudar dinamicamente seu próprio comportamento, em resposta direta a um estímulo de entrada, sem qualquer intervenção externa. Num sistema definido por um conjunto de regras, a incorporação de algum mecanismo, através do qual possa se auto-modificar durante sua execução, o torna adaptativo [1].

Na literatura podemos encontrar uma ampla variedade de aplicações da tecnologia adaptativa de dispositivos adaptativos guiados por regras, assim como também poderíamos visualizar muitas outras, mais para a ampla difusão desta tecnologia é necessário contar com ferramentas computacionais que possuam interfaces amigáveis que apoiem o ensino da tecnologia adaptativa de dispositivos adaptativos guiados por regras, assim como o desenvolvimento de aplicações.

Este trabalho apresenta um sistema desenvolvido em camadas para o ensino da tecnologia adaptativa de dispositivos adaptativos guiados por regras. As camadas consideradas são:

Apresentação, Dispositivo Determinístico, Dispositivo Não Determinístico e Dispositivo Adaptativo.

As próximas seções deste artigo estarão organizadas da seguinte maneira: na seção 2 serão abordados os conceitos das teorias educacionais. A seção 3 apresenta os fundamentos da tecnologia adaptativa de dispositivos adaptativos guiados por regras. Na seção 4 descreve o sistema desenvolvido para o ensino da tecnologia adaptativa para dispositivos adaptativos guiados por regras. Finalmente, na seção 5 serão abordadas as considerações finais deste trabalho.

II. TEORIAS EDUCACIONAIS

O uso das tecnologias computacionais no ensino implica na utilização do computador como ferramenta didático-pedagógica que auxilia no processo de construção do conhecimento nos diversos níveis educacionais, seja para educação continuada, ensino presencial ou à distância, e possibilita múltiplas formas de tratar o conhecimento e criar ambientes mais dinâmicos de aprendizagem. Nesse sentido, o computador transforma-se em um poderoso recurso de suporte à aprendizagem, com inúmeras possibilidades pedagógicas [2].

Também, é importante compreender o modo como as pessoas aprendem e as condições necessárias para a aprendizagem, bem como identificar o papel do professor no processo de ensino, nesse sentido as teorias educacionais são importantes porque possibilita ao professor adquirir conhecimentos, atitudes e habilidades que lhe permitirão alcançar melhor os objetivos do ensino.

As teorias de aprendizagem buscam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender, e tentam explicar a relação entre o conhecimento pré-existente e o novo conhecimento. Estas teorias de aprendizagem têm em comum o fato de assumirem que indivíduos são agentes ativos na busca e construção de conhecimento, dentro de um contexto significativo.

Entre as principais teorias de aprendizagem temos:

- **Construtivismo:** Segundo Piaget [3], o desenvolvimento cognitivo ocorre a partir da ação do sujeito sobre o meio ambiente. A partir dessa interação a pessoa constrói ou transforma estruturas mentais (esquemas) adquirindo maneiras de fazê-las funcionar. O eixo central, portanto, é a interação organismo-meio e essa interação acontece através de dois processos simultâneos: a organização interna e a adaptação ao meio, funções exercidas pelo organismo ao longo da vida.
- **Aprendizagem Significativa,** A idéia central da teoria de Ausubel é a diferenciação entre *aprendizagem significativa* e *aprendizagem mecânica*. Aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é

M. R. F. Santibanez, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo SP, Brasil, miguel@usp.br

J. J. Neto, Universidade de de São Paulo (USP), São Paulo SP, Brasil, joao.jose@poli.usp.br

relacionada a um aspecto relevante, já existente, na estrutura cognitiva do aprendiz. Em contrapartida, a aprendizagem mecânica ocorre quando a nova informação não se relaciona a conceitos já existentes na estrutura cognitiva sendo arbitrariamente armazenada e, portanto, pouca ou nenhuma interação ocorre entre a nova informação adquirida e aquela já armazenada [4]. Ausubel refere-se à estrutura cognitiva como o conteúdo total das informações, fatos, conceitos, princípios etc., sendo esta altamente organizada e hierarquizada, na qual elementos menos importantes são incorporados a conceitos maiores, mais gerais e inclusivos. Aprendizagem é definida como sendo o processo pelo qual o novo conteúdo se organiza e se integra à estrutura cognitiva [5]. Dentre as principais implicações da teoria da aprendizagem significativa está a ênfase de que uma nova informação deve ser significativa para o aprendiz. Cabe ao professor conseguir torná-la significativa, fazer o aluno relacionar a nova informação com outros conceitos relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva [6].

- **Abordagem Sócio – Interacionista de Lev Semionovitch Vygotsky:** Considera o sujeito um ser ativo que se desenvolve num ambiente histórico e social e aprende na interação com o outro. Segundo Vygotsky [7], a aprendizagem tem um papel fundamental para o desenvolvimento do saber, do conhecimento. Todo e qualquer processo de aprendizagem é ensino-aprendizagem, incluindo aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre eles. Ele explica esta conexão entre desenvolvimento e aprendizagem através da zona de desenvolvimento proximal (distância entre os níveis de desenvolvimento potencial e nível de desenvolvimento real), um “espaço dinâmico” entre os problemas que um aprendiz pode resolver sozinho (nível de desenvolvimento real) e os que deverá resolver com a ajuda de outro sujeito mais capaz no momento, para em seguida, chegar a dominá-los por si mesmo (nível de desenvolvimento potencial). Vygotsky valoriza o trabalho coletivo, cooperativo. A colaboração entre aprendizes pressupõe um trabalho de parceria conjunta para produzir algo que não poderiam produzir individualmente.

As teorias de aprendizagem fundamentam o processo de elaboração do conhecimento mediado por computador, a linguagem, a mediação, a interação, a apropriação e os conceitos também devem nortear as ações e procedimentos na área de tecnologia educacional, definindo o papel do aprendiz como agente participativo e autônomo, o professor como agente mediador e articulador do processo de aprendizagem e o computador como instrumento produzido no decorrer da história humana com a finalidade de realizar atividades produtivas de acordo com os objetivos educacionais.

III. TECNOLOGIA ADAPTATIVA DE DISPOSITIVOS ADAPTATIVOS GUIADOS POR REGRAS

Define-se a tecnologia adaptativa como o conjunto de técnicas, métodos, ferramentas e aplicações práticas dos dispositivos e sistemas que apresentam comportamento autonomamente auto-modificável.

Um dispositivo ou dispositivo não adaptativo é qualquer artefato abstrato cujo comportamento é determinado por um conjunto finito e explícito de regras também chamadas de regras não adaptativas. Tais regras especificam que a partir de uma configuração inicial conhecida e fixa, o dispositivo muda sucessivamente de uma configuração para outra em resposta a sucessivos estímulos de entrada recebidos e no conjunto de regras condicionais, do tipo “**se ... então**”, que define completamente o comportamento do dispositivo. O conjunto de todas as regras é que determina de forma completa o comportamento do dispositivo. Estas regras têm a seguinte forma “ao receber um estímulo X na configuração Y, a nova configuração passa a ser Z” [8].

Um dispositivo adaptativo ou dispositivo adaptativo guiado por regras é conduzido por um conjunto de cláusulas da forma “ao receber um estímulo X na configuração Y, a nova configuração passa a ser Z, e também o conjunto de regras se altera pela remoção/substituição/inserção as regras R1, ..., Rn” [9].

As regras adaptativas especificam, para cada possível configuração do dispositivo, uma nova configuração, assim como, as eventuais alterações de comportamento, a ela associadas, as quais caracterizam a adaptatividade do dispositivo, e são representadas pelos mecanismos de automodificação expressos nas regras adaptativas, que determinam o comportamento dinâmico do dispositivo.

IV. SISTEMA PARA O ENSINO DA TECNOLOGIA ADAPTATIVA DE DISPOSITIVOS ADAPTATIVOS GUIADOS POR REGRAS

O sistema foi implementado com base nos fundamentos da tecnologia adaptativa de dispositivos adaptativos guiados por regras e nos conceitos das teorias de aprendizagem, tendo como propósito prover suporte para o ensino desta tecnologia. Para alcançar este objetivo foi necessário desenvolver uma estrutura de classes para cada componente da estrutura do sistema.

Para a implementação do sistema foi utilizado a linguagem de programação Java. Esta linguagem permite a criação de versões portáteis, com facilidade adicional de integração na WWW, por dispor de código portátil executável sobre ambientes distribuídos. Esta asserção foi principalmente baseada nas características de um conjunto de propriedades de instruções intermediárias chamadas “bytecodes”, que constitui a pedra angular do Java na tentativa de satisfazer a promessa de código “compilado uma vez, executado em qualquer lugar” [10].

Esta seção apresenta e descreve os componentes do sistema, com base na funcionalidade provida ao nível da interface interativa e amigável do usuário.

- Arquitetura do Sistema

Com base no estudo dos requisitos e funcionalidades do sistema, foram definidos os componentes do sistema. A arquitetura do sistema é dividida em quatro componentes principais e cada uma delas possui uma interface amigável com o usuário, como ilustrado na Figura 1: Apresentação, Editores de Dispositivo Determinístico, Dispositivo Não Determinístico e Dispositivo Adaptativo. À continuação discorre-se sobre a interface com o usuário e os componentes da arquitetura do sistema.

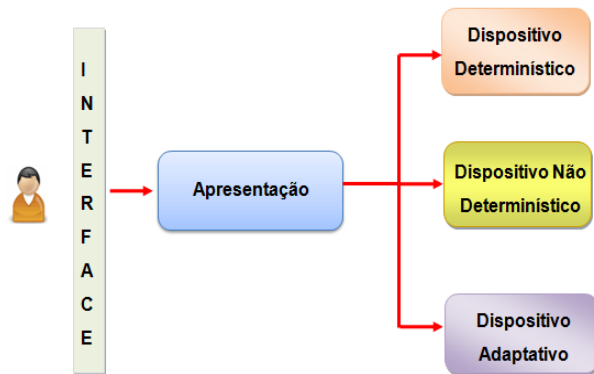


Figura 1. Arquitetura do Sistema de Ensino da Tecnologia Adaptativa de Dispositivos Guiados por Regras.

- Interface com o usuário. As interfaces são geralmente descritos como canais de informação que permitem comunicação entre usuários e computadores. No projeto de interface do sistema levaram-se em conta muitos princípios baseados nas teorias cognitivas, com o objetivo de proporcionar ao usuário um alto grau de eficiência e eficácia com relação a sua utilização. Uma das considerações principais no projeto da interface foi a tentativa de reduzir ao máximo a carga cognitiva do usuário, através de uma interface mais amigável, que se estende aos componentes da arquitetura do sistema.

Essa preocupação refletiu-se em muitas melhorias e recursos disponibilizados pelo sistema, tais como: mecanismo de armazenamento automático, bem como com seus formatos e respectivas cores, uso de caixas de diálogo, barras de rolagens e botões correspondentes, forma de apresentar e editar o banco de regras, banco de funções adaptativas entre outros recursos.

No projeto de interface considerou-se que a qualidade da interface de um sistema interativo com seu usuário influencia seu sucesso independentemente de sua funcionalidade. Outro aspecto importante considerado no projeto de interface foi minimizar o número de golpes no teclado e operações mentais (decisões) requerido para intentar alcançar uma tarefa do usuário, isto permitirá garantir um bom desenho da interface, pois, para os usuários, a interface é o próprio sistema.

-Apresentação. Este componente apresenta o sistema e permite o acesso aos outros componentes que são os dispositivos guiados por regras.

- Dispositivos: Determinístico, Não Determinístico e Adaptativo. Estes componentes são editores com interfaces interativas e amigáveis que permitem manipular e determinar as regras de cada dispositivo.

- Tela de Apresentação

Esta tela apresenta as definições da tecnologia adaptativa, dispositivos guiados por regras, dispositivo determinístico, dispositivo não determinístico e dispositivo adaptativo, assim como também mostram as *tabs* de acesso aos editores dos dispositivos determinístico, não determinístico e adaptativo.

A Fig. 2 mostra a tela de apresentação com as respectivas definições.

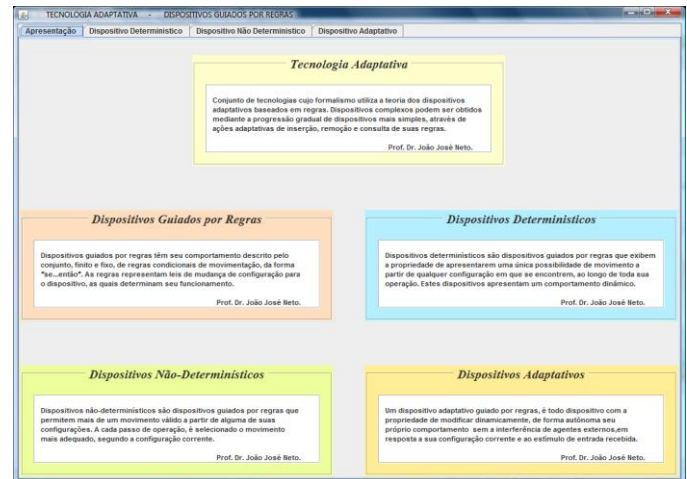


Figura 2. Tela de Apresentação do Sistema de Ensino da Tecnologia Adaptativa de Dispositivos Guiados por Regras.

A. Dispositivos Determinísticos

Dispositivos determinísticos guiados por regras apresentam uma única possibilidade de movimento a partir de qualquer configuração em que se encontrem, ao longo de toda sua operação. Os dispositivos determinísticos apresentam um eficiente comportamento dinâmico, pois fluem livremente entre configurações, até que esgotem os estímulos recebidos, quando encerram então sua operação [11]. As regras têm o seguinte formato: “Se condição(ções) então ação(ções)”.

- Arquitetura do Dispositivo Determinístico

Esta arquitetura possui quatro componentes implementados por classes que manipulam, selecionam e armazenam as regras.

A Fig. 3 mostra a arquitetura do dispositivo determinístico.

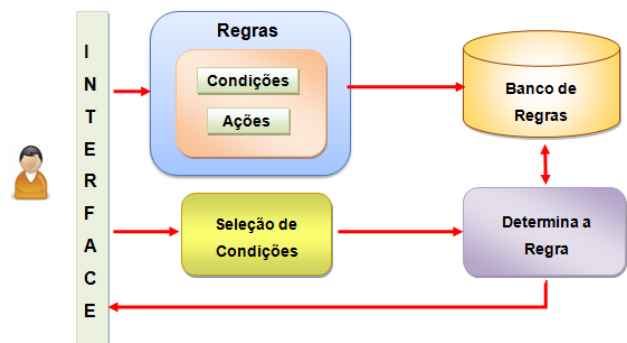


Figura 3. Arquitetura do Dispositivo Determinístico.

- Editor para o Dispositivo Determinístico
A Fig. 4 apresenta o editor do dispositivo determinístico.

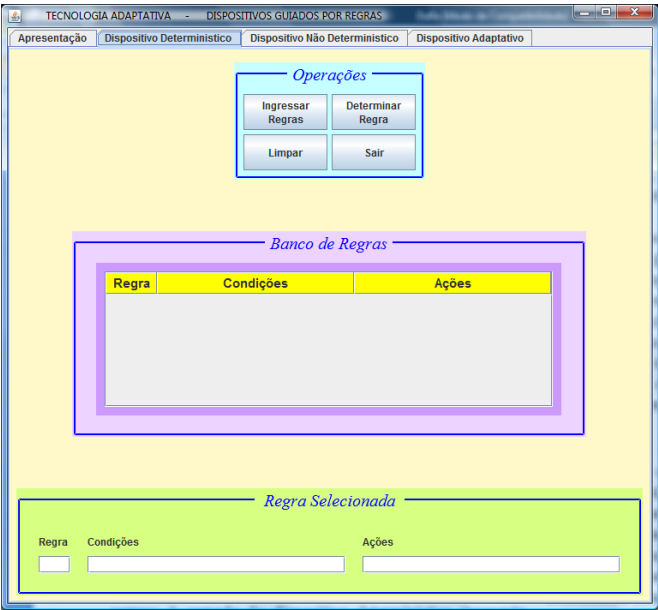


Figura 4. Editor do Dispositivo Determinístico.

Inicialmente esta tela apresenta 3 painéis, a saber: “Operações”, “Banco de Regras” e “Regra Selecionada”. O painel de “Operações” apresenta os botões: “Ingressar Regras” para digitar as condições e ações das regras. Automaticamente será criado os painéis de “Selecionar Condições” e “Ações” mostrando as condições em botões e as ações em caixas de texto. As regras ingressadas serão mostradas no painel “Banco de Regras”. O botão “Determinar Regra” tem como funcionalidade mostrar no painel “Regra Selecionada” a regra que corresponde as condições selecionadas pelo usuário no painel “Selecionar Condições”. Estas comparações são realizadas no “Banco de Regras”. O botão “Limpar” tem como funcionalidade de deixar todos os botões do painel “Selecionar condições” na condição de não selecionados, assim como limpar as caixas de textos do painel “Regra Selecionada”. A funcionalidade do botão “Sair” é sair do sistema. Pode-se selecionar outras *tabs* para acessar aos editores dos outros dispositivos ou á tela de apresentação.

- Teste

A seguir ilustra-se um exemplo de uso do editor do dispositivo determinístico guiado por regras. No painel “Operações” ao clicar no botão “Ingressar Regras” será mostrada uma caixa de diálogo com o cabeçalho “Digitar as Condições e Ações da Regra 1”. O número da regra será sequencial e numerada automaticamente. A caixa de diálogo mostra os rótulos de “Condições:” e “Ações:” assim como duas caixas de texto para digitar números que correspondem às condições e ações da regra. Cada número possui um significado semântico. A Fig. 5 mostra a caixa de diálogo para digitar as condições e ações das regras.

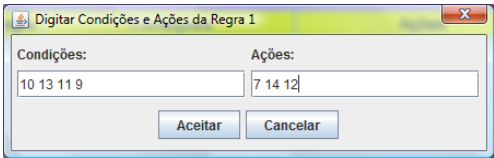


Fig. 5. Caixa de Diálogo para Digitar as Condições e Ações da Regra.

Cada vez que são ingressadas as condições e ações serão criados botões no painel de “Selecionar Condições”, onde cada botão possui um número que corresponde a uma condição e no painel de “Ações” serão criadas caixas de texto contendo cada uma um número que corresponde a uma ação. Também será apresentada no “Banco de Regras” cada regra ingressada. A Fig. 6 mostra um exemplo de uso do Editor de Dispositivo Determinístico.

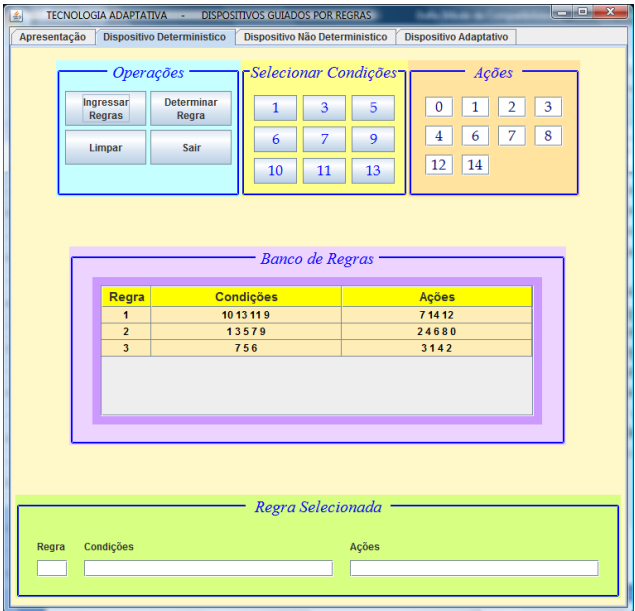


Fig. 6. Editor do Dispositivo Determinístico Mostrando um Exemplo.

Para determinar uma regra, selecionamos as condições clicando nos botões do painel “Selecionar Condições”, caso ocorra um erro na seleção, pode-se corrigir clicando novamente no respectivo botão. A continuação clica-se no botão “Determinar Regra” e será mostrado no painel “Regra Selecionada” o número da regra, as condições e as ações da regra em questão obtida por um algoritmo a partir do banco de regras. Se o algoritmo não encontra uma regra no banco de regras para as condições selecionadas será mostrado “erro” nas caixas de texto do painel “Regra Selecionada”. A Fig. 7 mostra um exemplo.

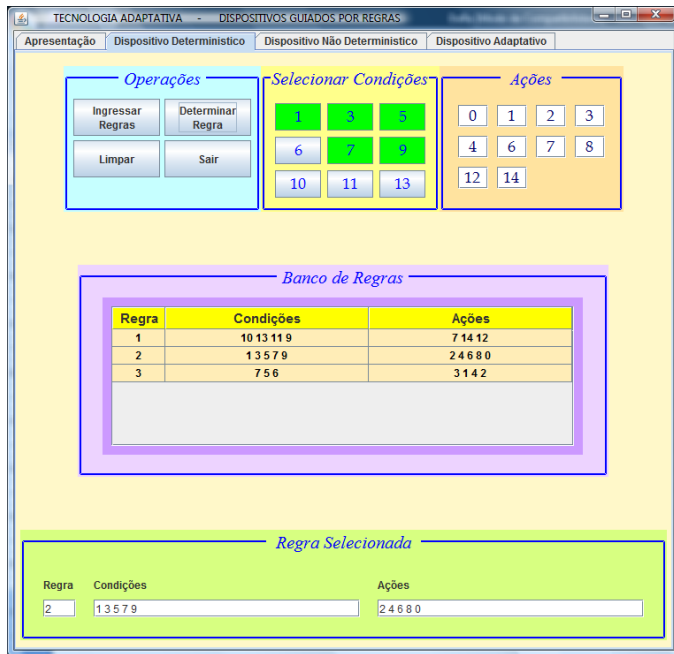


Fig. 7. Editor Mostrando as Condições e Regra Selecionada.

B. Dispositivo Não Determinístico

Dispositivo não determinístico guiados por regras permitem nenhum ou mais de um movimento válido a partir de alguma de suas configurações em que se encontrem no percurso de sua operação.

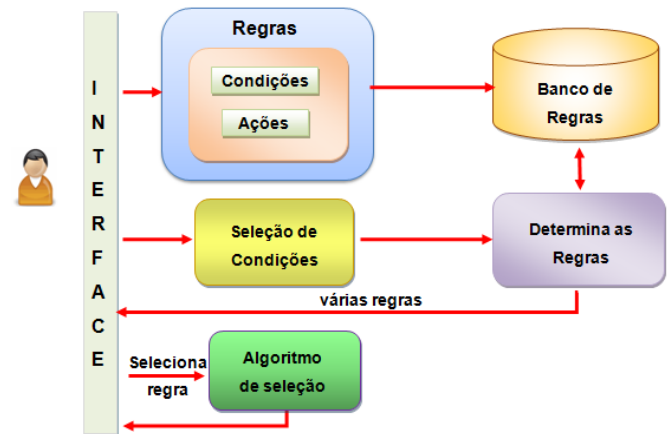
Uma maneira de implementar um dispositivo não determinístico guiada por regras é através do uso de processadores em paralelo onde cada movimento seja processado independentemente aquela em que os possíveis movimentos sejam processados em paralelo, independentemente uns dos outros.

Os dispositivos não-determinísticos exigem, a cada passo de operação, a execução de uma tomada de decisão, para que seja selecionado, dentre todas as possibilidades válidas de movimentação, um particular movimento, aquele que se mostrar mais adequado, a partir da particular configuração corrente.

Tais escolhas nem sempre são triviais, e sua aplicação sistemática durante a operação dos dispositivos não-determinísticos costuma prejudicar, em geral sensivelmente, a eficiência da operação do mesmo, constituindo isso uma das razões mais sérias pelas quais na prática se recomenda que, na medida do possível, seja evitado o uso de não-determinismos.

- Arquitetura do Dispositivo Não Determinístico

Esta arquitetura possui cinco componentes implementados por classes que manipulam, selecionam e armazenam as regras. A Fig. 8 mostra a arquitetura do dispositivo não determinístico.



A Fig. 8 Arquitetura do Dispositivo Não Determinístico.

- Editor para o Dispositivo Não Determinístico

Esta tela apresenta o editor para o dispositivo não determinístico cujas funcionalidades dos painéis “Operações”, “Selecionar Condições”, “Ações”, “Banco de Regras” e “Regra Selecionada” são similares ao editor de Dispositivo Determinístico. O painel “Selecione Regra” contém botões de radio com as regras que correspondem às condições selecionadas, o usuário pode selecionar um dos botões de radio o qual será mostrado no painel “Regra Selecionada”. A Fig. 9 mostra o editor do dispositivo não determinístico.

- Teste

A continuação mostra-se um uso prático do editor do dispositivo não determinístico guiado por regras. Para o ingresso das condições e ações, assim como a seleção das condições procedemos como no caso do editor de dispositivo determinístico. Após a seleção das condições clica-se no botão “Determinar Regra” e será mostrado no painel “Selecione Regra” o subconjunto de regras que possuem as mesmas condições das condições selecionadas (essa comparação é realizada no “Banco de Regras”), cada regra tem um botão de radio que permitirá ao usuário selecionar um deles. A regra selecionada pelo usuário será mostrada no painel “Regra Selecionada”. Se não existem regras no banco de regras com as mesmas condições que as condições selecionadas serão mostradas a mensagem “Erro” nas caixas de texto do painel “Regra Selecionada”. A Fig. 10 mostra um exemplo de uso do editor do dispositivo não determinístico.

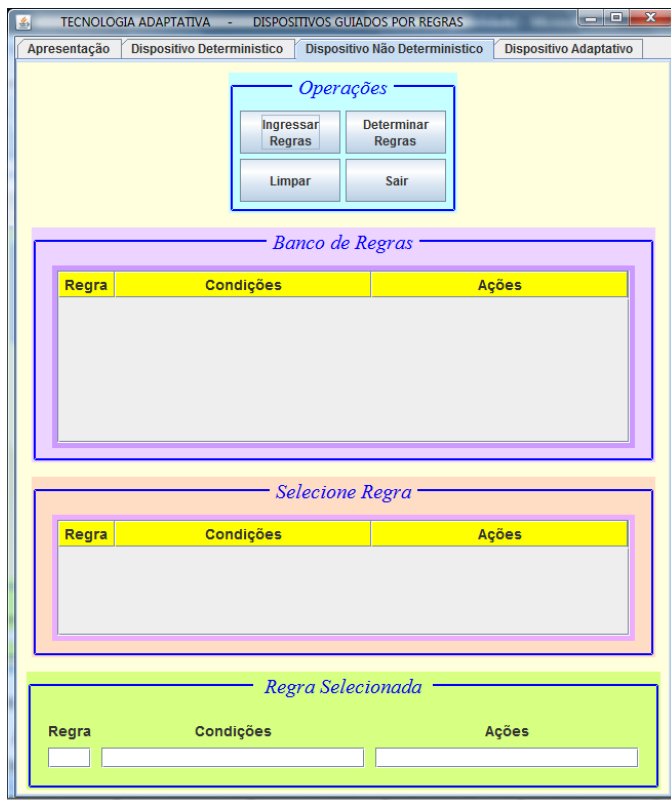


Figura 9. Editor do Dispositivo Não Determinístico.

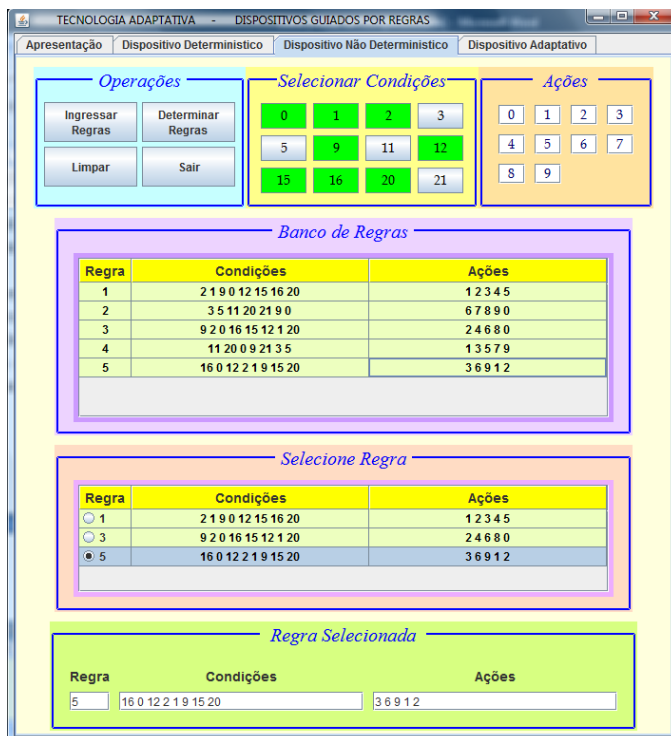


Figura 10. Exemplo de uso do Editor do Dispositivo Não Determinístico.

C. Dispositivo Adaptativo

Um dispositivo adaptativo está composto por um dispositivo não-adaptativo subjacente (determinístico ou não determinístico), acrescentado de um mecanismo formado por

um conjunto de funções adaptativas capaz de alterar o conjunto de regras que define seu comportamento.

As funções adaptativas proporcionam ao dispositivo adaptativo uma forma de alterar o seu próprio conjunto das regras, pois os valores associados aos elementos variáveis (parâmetros, geradores) que definem dispositivos adaptativos podem ser alterados a cada passo da sua operação [12].

Assim, resultam dispositivos adaptativos cujos comportamentos são descritos como conjuntos de regras, tendo à disposição uma variedade de funções adaptativas (incluindo a função adaptativa nula), as quais, convenientemente acopladas às regras do dispositivo subjacente, são executadas sempre que for necessário alterar o conjunto de regras.

• Arquitetura do Dispositivo Adaptativo

Esta arquitetura possui seis componentes implementados por classes que manipulam, selecionam e armazenam as regras adaptativas. A Fig. 11 mostra a arquitetura do dispositivo adaptativo.

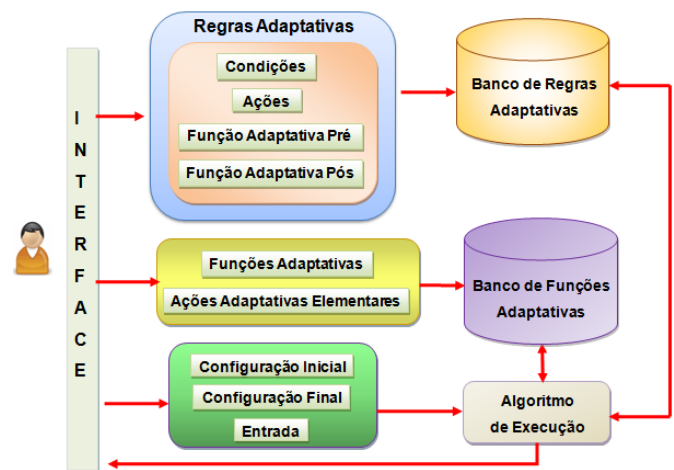


Figura 11. Arquitetura do Dispositivo Adaptativo.

• Editor para o Dispositivo Adaptativo

A seguir apresenta-se o editor para o dispositivo adaptativo. O painel “Operações” contém 10 botões a saber: “Novo” para criar uma nova aplicação, “Abrir” para abrir uma aplicação existente, “Salvar” salva a aplicação corrente, “Executar” para executar a aplicação corrente, “Limpar” para limpar as caixas de texto do painel “Regra Selecionada” e por os botões do painel “Selecione Condições” na condição de não selecionados, “Sair” para sair do sistema, “Inserir” ou “Alterar” ou “Remover” ou “Determinar” e logo “Regra” para inserir, alterar, remover ou determinar regras adaptativas; “Inserir”, “Alterar” ou “Remover” e logo clica-se numa função adaptativa, para inserir, alterar ou remover uma função adaptativa. As regras são armazenadas no banco de regras e mostradas no painel “Banco de Regras”. O painel de “Função Adaptativa” será mostrado as ações adaptativas elementares de cada função adaptativa. Os painéis “Selecione Condições”, “Ações”, “Banco de Regras” e “Regra Selecionada” são similares aos outros editores. A Fig. 12 mostra o editor do dispositivo adaptativo.

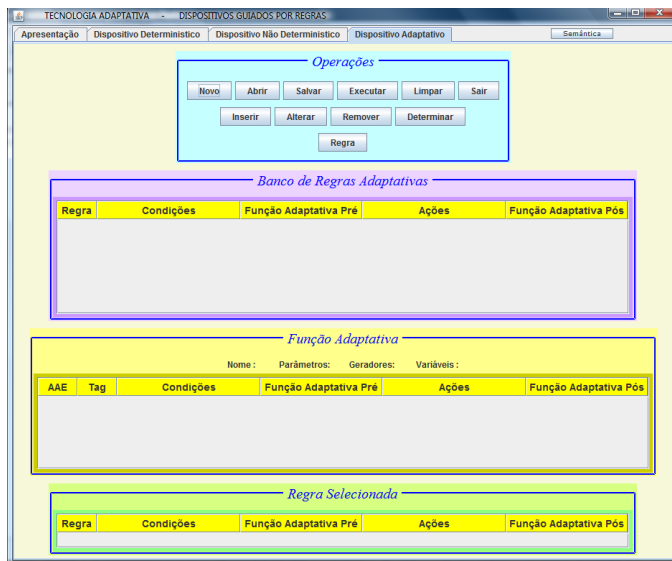


Figura 12. Editor do Dispositivo Adaptativo.

- Teste

A seguir mostra-se um uso prático do editor do dispositivo adaptativo guiado por regras. Para ingressar as regras adaptativas clica-se nos botões “Inserir” e “Regra” o editor abre uma caixa de diálogo como mostrado na Fig. 13.

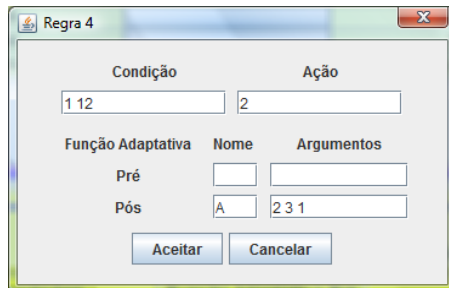


Figura 13. Caixa de Diálogo para o Ingresso das Regras.

Na caixa de diálogo ingressamos as condições e ações. Assim como o nome da função adaptativa pré e/ou pós com seus argumentos respectivos. A numeração das regras adaptativas será mostrada de maneira seqüencial e automática. Ao fechar a caixa de diálogo, a regra ingressada será mostrada no “Banco de Regras Adaptativas”. As funções adaptativas pré e/ou pós com seus argumentos respectivos serão mostradas no “Banco de Regras Adaptativas” na forma de botões, de maneira automática será criado um botão por cada função adaptativa, contendo seu nome no painel “Operações”. Os painéis de “Condições” e “Ações” são similares aos outros dispositivos. Após a seleção das condições no painel “Condições” clica-se nos botões “Determinar” e “Regra”, o editor mostrará no painel “Regra Seleccionada” a regra adaptativa que possua as mesmas condições das condições selecionadas (essa comparação é realizada no “Banco de Regras”). Se não existe regra adaptativa no banco de regras com as mesmas condições que as condições selecionadas serão

mostradas a mensagem “Erro” nas caixas de texto do painel “Regra Seleccionada”.

Para ingressar as ações adaptativas elementares de uma função adaptativa clica-se no botão “Inserir” e no botão que tem o nome da função adaptativa respectiva. Na primeira vez será mostrada uma caixa de diálogo com um cabeçalho com o nome da função adaptativa e caixas de texto para ingressar os parâmetros, geradores e variáveis da função adaptativa, como mostrada na Fig. 14.

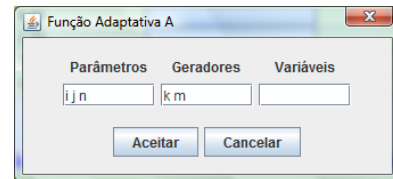


Figura 14. Caixa de Diálogo para o Ingresso da Função adaptativa.

A partir da segunda e posteriores vezes será apresentada a caixa de diálogo com um cabeçalho com o nome da função adaptativa e caixas de texto para ingressar os componentes da ação adaptativa elementar a saber: tag, condição, ação, função adaptativa pré e/ou pós com seus respectivos argumentos, como mostra a Fig. 15.

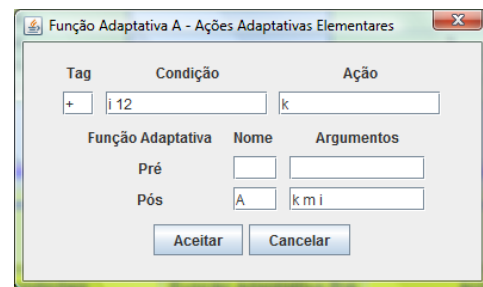


Figura 15. Caixa de Diálogo para Ingresso das Ações Adaptativas Elementares.

Ao fechar as caixas de diálogo das Fig. 14 e 15, os valores ingressados serão mostrados no painel “Função Adaptativa”, como ilustra a Fig. 16.

Para visualizar os parâmetros, geradores, variáveis e ações adaptativas elementares de uma função adaptativa cujos valores já foram ingressados, clica-se no botão que tenha o nome e argumentos de aquela função adaptativa que se encontra no painel “Banco de Regras Adaptativas”.

Para salvar a aplicação corrente clica-se no botão “Salvar” e aparece uma caixa de diálogo permitindo ingressar o nome do arquivo cuja extensão será “.da” (dispositivo adaptativo).

Os números dos painéis “Condições” e “Ações” possuem um significado semântico, isto pode ser visualizado a qualquer momento ao clicar no botão “Semântica” que apresenta uma janela desplegável com duas tabelas contendo a numeração e seu significado para as condições e ações. O texto do botão muda para “Ocultar” para fechar a janela desplegável como mostra a Fig. 17.

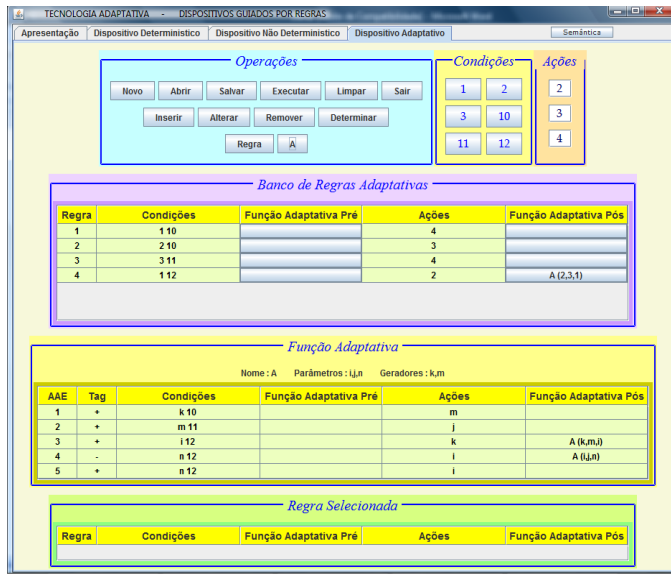


Figura 16. Exemplo de usos do Editor do Dispositivo Adaptativo Guiado por Regras.

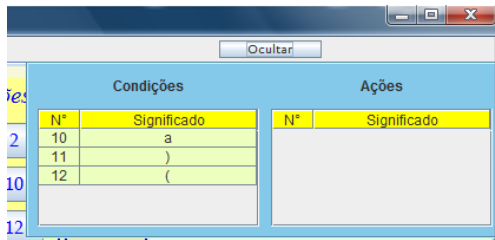


Figura 17. Números com o Respetivo Significado Semântico das Condições e Ações.

Ao clicar no botão “Executar” o editor mostra uma caixa de diálogo para ingressar a configuração inicial, configuração final e a cadeia de entrada. Como ilustra a Fig. 18. Após clicar no botão “Aceitar” o sistema executa o exemplo onde as regras do “Banco de Regras Adaptativas” transformam-se de acordo com as funções adaptativas como ilustrado na Fig. 19.

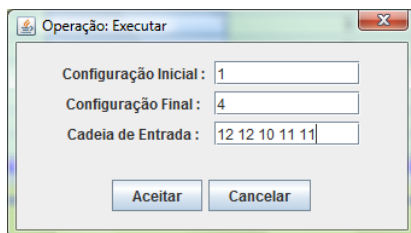


Figura 18. Execução do exemplo.

Finalmente a Fig. 20 ilustra as camadas dos dispositivos guiados por regras: O dispositivo determinístico apresenta as regras com as condições e ações com uma única possibilidade de movimento em qualquer operação. A Camada sobreposta à camada anterior é a do dispositivo não determinístico que permite nenhum ou mais de um movimento valido a partir de alguma de suas configurações. E finalmente a camada sobreposta às duas anteriores é do dispositivo adaptativo, onde

além das propriedades anteriores ele pode ter funções adaptativas pré e/ou pós.

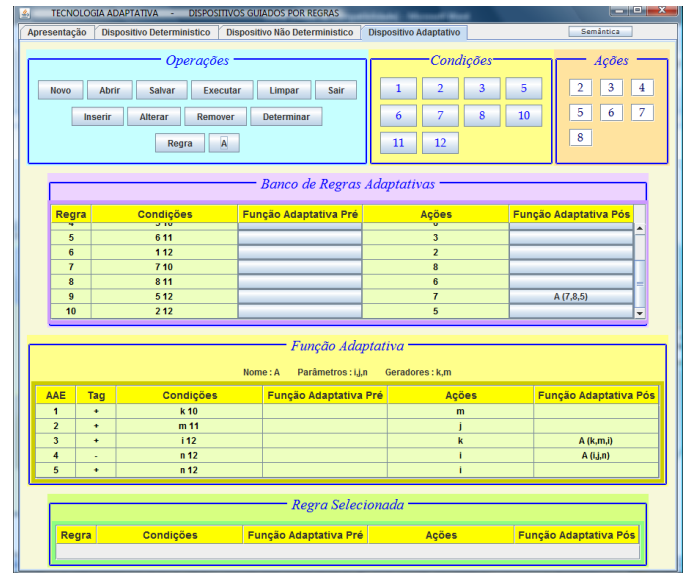


Figura 19. Exemplo de usos do Editor do Dispositivo Adaptativo, Após a Execução do Programa.

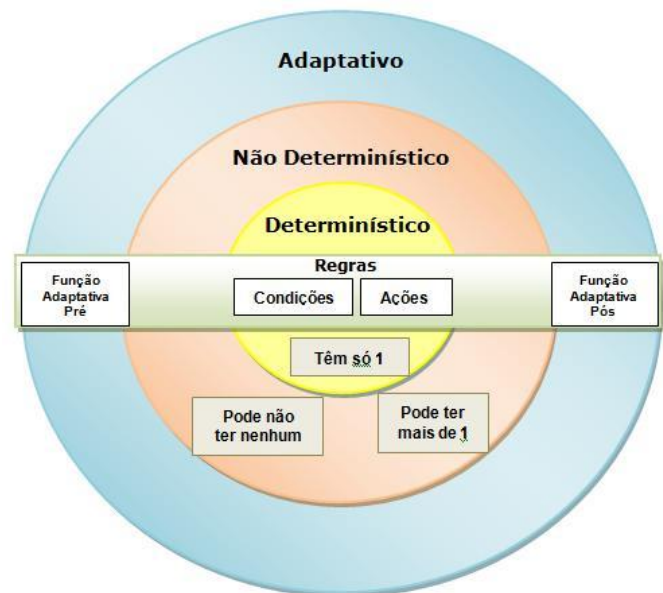


Figura 20. Dispositivos Guiados por Regras.

V. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que, com base nas teorias de aprendizagem e nos fundamentos da tecnologia adaptativa de dispositivos guiados por regras é possível construir sistemas computacionais que possuam interfaces amigáveis com o propósito de ensino dos dispositivos guiados por regras.

Professores e aprendizes podem usar o sistema de software para construir modelos adaptativos e experimentar interativamente os conceitos para melhor entender a tecnologia adaptativa de dispositivos guiados por regras.

O interesse pela parte prática dos conceitos ocupa o centro das atenções dos aprendizes apontando a necessidade de testar

os conhecimentos teóricos adquiridos sejam aplicados e as estratégias pedagógicas na utilização do computador como ferramenta para o ensino/aprendizagem, específicos da tecnologia adaptativa de dispositivos guiados por regras, sejam exploradas.

Deseja-se que o sistema desenvolvido incentive e colabore na disseminação dos conceitos da Tecnologia Adaptativa de dispositivos guiados por regras, assim como apóie o desenvolvimento de novas aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] J. J. Neto, *Contribuições à metodologia de construção de compiladores*. Tese de Livre Docência, EPUSP, São Paulo, 1993.
- [2] W. J. Dizeró, J. J. Neto. Uso de adaptatividade na modelagem de cursos para software educacional. *4º Workshop de Tecnologia Adaptativa – WTA*, 2010.
- [3] J. Piaget. A equilibração das estruturas cognitivas. Rio de Janeiro : Zahar, 1975.
- [4] J. D. Novak, Progress in application of learning theory. *Theory Into Practice*, **19**(1): 58-65, 1980.
- [5] D. Ausubel, J. Novak & H. Hanesian. Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.
- [6] M. A. Moreira. *Teoria de aprendizagem*. São Paulo. EPU, 1999.
- [7] L. Vygotsky. *A Formação Social da Mente*. SP, Martins Fontes, 1999.
- [8] J. J. Neto, Adaptatividade: Generalização Conceitual. *3º Workshop de Tecnologia Adaptativa – WTA*, 2009.
- [9] J. J. Neto. Solving complex problems with Adaptive Automata. *Lecture Notes in Computer Science*. S. Yu, A. Paun (Eds.): Implementation and Application of Automata 5th International Conference, CIAA, Vol.2088, London, Canada, Springer-Verlag, pp.340, 2000.
- [10] P. Deitel, H. Deitel. *Java como Programar*. Pearson Education do Brasil 8ª Edição, São Paulo, 2010.
- [11] J. J. Neto, Adaptive Rule-Driven Devices – General Formulation and Case Study. (B. W. Watson, & D. Wood, Eds.) *Implementation and Application of Automata 6th International Conference - CIAA*, Vol. 2497, pp. 234-250, 2001.
- [12] H. Pistori, H. *Tecnologia Adaptativa em Engenharia de Computação: Estado da Arte e Aplicações*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. São Paulo, Brasil, Dezembro, 2003.



Miguel R. Flores Santibanez, graduado em Ciência da Computação pela Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú em 1982, mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, São Paulo, Brasil em 1999, e atualmente é aluno de doutorado na Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Suas principais áreas de pesquisas são: tecnologia adaptativa, processamento de linguagem natural, informática na educação, redes bayesianas, teoria da computação e modelos probabilísticos.



João José Neto graduado em Engenharia de Eletricidade (1971), mestrado em Engenharia Elétrica (1975) e doutorado em Engenharia Elétrica (1980), e livre-docência (1993) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atualmente é professor associado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e coordena o LTA - Laboratório de Linguagens e Tecnologia Adaptativa do PCS - Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da

EPUSP. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase nos Fundamentos da Engenharia da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: dispositivos adaptativos, tecnologia adaptativa, autômatos adaptativos, e em suas aplicações à Engenharia de Computação, particularmente em sistemas de tomada de decisão adaptativa, análise e processamento de linguagens naturais, construção de compiladores, robótica, ensino assistido por computador, modelagem de sistemas inteligentes, processos de aprendizagem automática e inferências baseadas em tecnologia adaptativa.