



ROLE – UM SISTEMA QUE EXERCE UM PAPEL DIFERENTE NO ENSINO DE ROBÓTICA

Sérgio B. Junior – qjow.xd@gmail.com

Cleber A. de Azavedo – cleber.lestat2@gmail.com

Marcelo da S. Hounsell – marcelo@joinville.udesc.br

Avanilde Kемczinski – avanilde@joinville.udesc.br

LARVA – LAboratory for Research on Visual Applications

DCC – Departamento de Ciência da Computação

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

Rua Paulo Malschitzki, s/numero - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante

Bairro Zona Industrial Norte – Joinville - SC – Brasil

CEP 89219-710

Resumo: *É cada vez maior a automação nas grandes indústrias, o que torna cada vez maior a quantidade de robôs industriais nas mesmas. Para tanto, o nível de exigência de pessoal técnico para operação destes tem subido, o que aumenta a necessidade de ambientes de aprendizagem. Normalmente são utilizados simuladores de robôs por vários motivos, mas principalmente pelo custo e indisponibilidade de equipamento físico. Entretanto, o uso direto destes simuladores sem uma estruturação do ensino não facilita muito a aprendizagem. Tal estrutura de aprendizagem facilitada pode ser alcançada pelo uso do Modelo de Espaço de Habilidades (MEH), modelo este apropriado para desenvolvimento de conteúdos técnicos, uma vez que permite uma exploração de múltiplos conceitos de maneira articulada e flexível, permitindo uma melhor visualização dos requisitos necessários para alcançar um determinado nível de aprendizado. Este artigo irá mostrar a aplicação de tal conceito de aprendizagem de robótica utilizando o MEH dentro de um simulador de robô através da definição de tarefas robóticas. O sistema, intitulado ROLE (RObotic Learning Enviroment), é um simulador de robôs diferente que tem um processo de ensino embutido associado a um robô virtual que dispõe de vários recursos e funcionalidades e portanto tem potencial para exercer um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem sobre robótica articulada.*

Palavras-chave: *Ambiente de aprendizagem, Modelo de espaço de habilidades, Robótica Articulada, Representação de conteúdo educacional, Simulador.*

1. INTRODUÇÃO

Robôs são um conjunto de peças controlada por software, que utilizam sensores para guiar um ou mais atuadores finais (SCHILLING, 1990). No entanto, o estudo da robótica não está restrito somente a programação em si e a linguagem usada para isso. Há tanto fatores

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**o ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



físicos como anatômicos a serem levados em consideração para se obter a solução de uma tarefa robótica. Entre estes fatores físicos, temos a mobilidade do robô, isto é, se ele tem capacidade de se mover e os robôs fixos, aqueles que são presos a uma base e não podem alterar sua posição inicial (AZEVEDO, 2011). Dos fatores anatômicos, pode-se citar o número de juntas (articulações), as quais determinam o grau de liberdade do robô (*Degrees of Freedom*), o alcance do robô, a capacidade de prensão, os tipos de movimentos do braço, entre outros. Estes são apenas exemplos do conteúdo que pode ser abordado num determinado curso. De fato, a representação de conteúdo educacional (RCE) para a área de robótica fixa não são muito presentes na literatura.

Dentre os modelos de RCE existentes, o mais usual é o hierárquico ou sequencial que divide os assuntos em tópicos e sub-tópicos os quais os aprendizes têm que ir explorando um após o outro. Alternativamente, existe o Modelo de Espaço de Habilidades, MEH, (KEMCZINSKI et al., 2005) que tem uma organização multi direcional que facilita ao educador estruturar conteúdos técnicos complexos e, ao mesmo tempo, flexibilidade na exploração deste conteúdo por parte do aprendiz. Azevedo (2011) realizou um levantamento de conteúdo de robótica com especialistas da área e construiu um MEH-viável deste e adaptou o simulador VirBot4U (HOSS et al., 2009) para atender às métricas de avaliação de desempenho do aprendiz, criando então o VirBot4EL.

O presente trabalho integra num mesmo sistema de aprendizagem o MEH-viável de tarefas robóticas com o simulador VirBot4EL criando um novo ambiente simulador que é dirigido pelo processo de ensino-aprendizagem. Este novo simulador, denominado ROLE (*Robotics Learning Environment*) apresenta um papel diferente dos simuladores existentes.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: Seção 2 apresenta um breve resumo dos modelos de representação de conteúdo, inclusive o modelo escolhido para este projeto, o Modelo de Espaço de Habilidades (MEH). A Seção 3 trás o MEH-viável produzido por Azevedo (2011) a partir de um levantamento com especialistas da área. A Seção 4 apresenta o ROLE, o simulador criado empregando o conceito do MEH-viável com as funcionalidades do VirBot4EL. A Seção 5 conclui este texto.

2. MODELOS DE REPRESENTAÇÃO DE CONTEÚDO EDUCACIONAL

Existem vários modelos de Representação de Conteúdo Educacional (RCE), dentre os quais pode-se citar (PIETRA et al. 2008) :

- Modelo Hierárquico (MH), apresentam conteúdo de modo linear, possuem representação gráfica similar a um grafo e representação textual similar a um sumário;
- Mapas Conceituais (MC), possui grande flexibilidade e sua representação gráfica lembra uma árvore dispersa. Estimula a aprendizagem por deixar evidente a relação entre conteúdos (CARVALHO, 2003);
- Mapas de Tópicos (MT), sua representação é flexível e através da divisão de camadas e da utilização de componentes conhecidos como TAO: Tópicos, um recurso representado computacionalmente; Associação, indicando relação entre tópicos e; Ocorrência, significa que existem um ou mais recursos relevantes a um determinado tópico (MOORE & PEPPER, 2004);
- Grafos Conceituais (GC), são representados por um diagrama bipartido, finito, conectado, consistindo em um conjunto de nós de conceitos e um conjunto de nós de relações conceituais (CYRE, 1997). Basicamente, conceitos são ligados entre si



através das relações conceituais. Pode-se determinar também a ordem dos arcos que partem das relações (para o caso de mais de um conceito de saída da relação);

- Modelo de Espaço de Habilidades (MEH), apresenta uma exploração de conteúdos flexível e mais expressiva para conteúdos técnicos, é representado por uma matriz de pré-requisitos (KEMCZINSKI et al., 2005).

A Tabela 1 destaca a definição básica de cada modelo, assim como as suas características fundamentais de organização do conteúdo, a existência de uma metodologia empregada para obtenção e/ou elaboração da estruturação do conteúdo educacional, bem como a estrutura de dados associada a um a implementação computacional (que facilita entender como o conteúdo vai ser apresentado ao aprendiz).

Tabela 1 – Síntese dos Modelos RCE

Modelos RCE	Definição	Características	Metodologia	Estrutura
Hierárquico	Níveis	Hierarquia	Inexistente	Árvore
Mapa Conceitual	Conceitos	Expressividade	Relações	Grafo
Mapa de Tópicos	Tópicos	Ocorrência	Associação	Listas
Grafo Conceitual	“Nós” Rótulo	Legibilidade	Tipo e Ordem	Grafo
Modelo de Espaço de Habilidades	Átomos de Conhecimento	Expressividade e Flexibilidade	Dimensões de Habilidades Ortogonais	Matriz de Requisitos

Fonte: Adaptado de (PIETRA et al., 2008)

O MEH foi selecionado para compor o novo ambiente ROLE pois (a) é considerado adequado para conteúdos técnicos; (b) oferece mais alternativas de exploração do conteúdo que os outros modelos; (c) permite um estudo individualizado e semi-autônomo por parte do aprendiz (a evolução é acompanhada por um educador mas o processo é basicamente por conta do aprendiz); (d) oferece uma visualização do estado da evolução (o próprio mapa de representação e conquista do conteúdo tem este propósito) e, (e) já se dispunha de um MEH-viável obtido com especialistas, oriundo do trabalho de (AZEVEDO, 2011).

2.1. Modelo de Espaço de Habilidades

Pietra e colegas (2009) apresentaram um sistema computacional aderente a estruturação proposta pelo MEH mas, para melhor entender a estruturação do conhecimento promovido pelo MEH, é preciso entender os seguintes conceitos:

- Dimensões de Habilidades: identifica as diversas habilidades inerentes ao conteúdo a serem adquiridas pelo aprendiz;
- Dimensões de Habilidades ortogonais: quando uma determinada dimensão de conhecimento pode ser estabelecida independente de outra mas, nota-se um benefício para o entendimento e aprendizagem quando há uma exploração mútua porém gradual das duas dimensões;



- Graus de Habilidade: é a divisão do conteúdo em uma determinada dimensão em etapas ou graus de dificuldade. Um grau menor indica conteúdos mais fáceis e os maiores, os conteúdos mais complexos;
- Átomos de conhecimento: é uma parte do conteúdo a ser apreendido e refere-se à interseção das dimensões de habilidades em determinados graus de complexidade. Cada átomo incorpora conhecimento de cada habilidade em graus diferenciados;
- Pré-requisito: conceito básico que indica o conhecimento prévio necessário para o melhor entendimento. É o entendimento resultante da própria divisão das habilidades em graus de forma que o entendimento de um átomo depende do conhecimento de seu átomo de pré-requisito;
- Vizinho: é o átomo que se encontra nas imediações geométricas de outro átomo de conhecimento. Os vizinhos podem ser divididos em “visitados” ou “não visitados”. Entre os visitados, temos aqueles que já foram conquistados (ou seja, o conteúdo foi visitado e o educador já o avaliou como aprendido pelo aprendiz) e os não conquistados;
- Vizinho Imediato: o vizinho de um átomo de conhecimento que ainda não foi visitado, mas que está liberado para acesso do aprendiz, pois este possui os pré-requisitos para visitar o mesmo.

Define-se (KEMCZINSKI et al., 2005) então Espaço de Habilidades como sendo uma representação estruturada de conteúdos que contemplam várias dimensões de habilidades ortogonais onde cada átomo mantém individual e intrinsecamente os seus pré-requisitos organizados na forma de uma matriz que permite livre exploração dos seus vizinhos imediatos.

3. UM MEH-VIÁVEL PARA TAREFAS ROBÓTICAS

Os conteúdos educacionais relacionados à robótica articulada têm sido explorados especialmente em cursos de graduação em engenharia elétrica. Azevedo (2011) realizou um levantamento através de um questionário com nove especialistas na área (profissionais e professores) para saber quais tarefas um robô deveria/poderia executar. O agrupamento das repostas levou a geração de um MEH-completo inicial (que contempla todas as áreas do conteúdo) com 11 dimensões e 373.248 átomos.

Entretanto, um MEH-completo é muitas vezes um inviável, em vista de que as muitas dimensões possíveis no modelo podem tornar a implementação impraticável. Deve-se notar que a metodologia contempla uma forma de reduzir o MEH-completo a um viável através de análises consecutivas dos átomos para unir aqueles que são semelhantes e eliminar repetições.

O MEH-viável obtido por Azevedo (op. cit.) possui duas dimensões de habilidades e 16 tarefas/átomos. O MEH resultante pode ser visto na Figura 1. Os quadros destacados correspondem às tarefas desenvolvidas no trabalho de Azevedo.

Deve-se ressaltar que o MEH-viável de Tarefas Robóticas foi construído para apresentar todos os aspectos de programação mas através de problemas que podem ser resolvidos por um robô, portanto, pode-se dizer que este sistematiza uma abordagem orientada a problemas (PBL – *Problem-based Learning*).

A Figura 1 mostra o *Path* (Trajetória) como sendo a primeira dimensão e o *Object Handling* (Manuseio de Objeto) como a segunda dimensão. Cada quadrado contém na sua



parte superior o nome representativo de cada tarefa e abaixo a descrição da mesma com os graus propostos por ela.

A dimensão da Trajetória (*Path*) foi dividida nos seguintes graus:

1. Movimento livre (*free*), sem obstáculo de cena (*unblocked*) e em linha reta (*straight path*);
2. Sem obstáculo de cena, com uma abordagem de garra padrão (como a abordagem “*up*”) ao longo do caminho, em arco e passando por pontos chaves (*key points*);
3. Com obstáculo na cena (*blocked*) e caminho com curvas interpoladoras suaves (*smooth*);
4. Com obstáculo de cena, com maneira de segurar fixa (*special*), com cobertura de toda uma área específica (*key area*) e com curvas suaves (*smooth*).

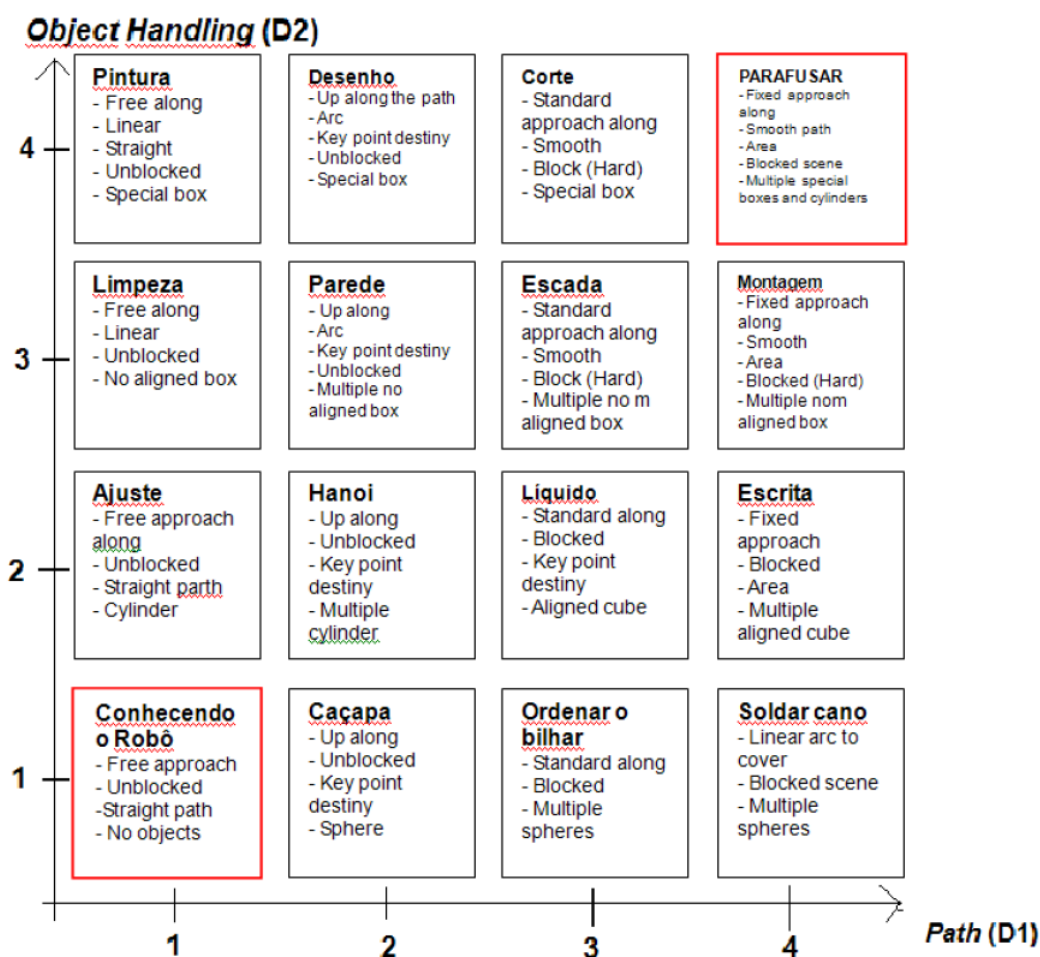


Figura 1 - MEH viável para Tarefas Robóticas

Fonte: (AZEVEDO, 2011)

A dimensão Manuseio de Objetos (*Object Handling*) foi dividida nos seguintes graus:

1. Prensão livre (*free*, como a de uma esfera);
2. Abordagens pela frente/trás (*front/back*, como a de um cilindro ou caixa alinhada);
3. Abordagens por cima/baixo (*up/down*, como a de uma caixa não alinhada);
4. Fixa (*fixed*, caixa não alinhada e com uma única possível direção de prensão ou outro objeto com restrição para pegá-lo).



Cada tarefa/átomo é composta pelas características de suas dimensões correspondentes. A tarefa (4,4), Parafusar, foi descrita por Azevedo como tirar cilindros de um local semifechado e leva-los para o local indicado por paralelepípedos e rosquea-los como parafusos. Esta tarefa foi a primeira implementada no ROLE e será demonstrada a seguir

4. ROLE (A ROBOTICS LEARNING ENVIRONMENT)

O único simulador que possui formas de abordagem pré-definidas é o VirBot4U, o que facilita o desenvolvimento de tarefas com intuito pedagógico. O ROLE é uma evolução do VirBot4EL que, por sua vez, é uma extensão do VirBot4U. Além disso, o simulador tomado como base tem os seguintes recursos (HOSS et al., 2009):

- Controle por Cinemática Direta;
- Controle por Cinemática Inversa;
- Representa um robô real de 5 DOF;
- Detecção de Colisão;
- Simula Prensão;
- Interpretador de Linguagem;
- *Free e Open Source*;
- Interpolação Suave de Trajetória;
- Duas Línguas (Inglês e Português);
- Gerenciador de Pontos de Referência;
- Importa Objetos (X3D) na Cena.

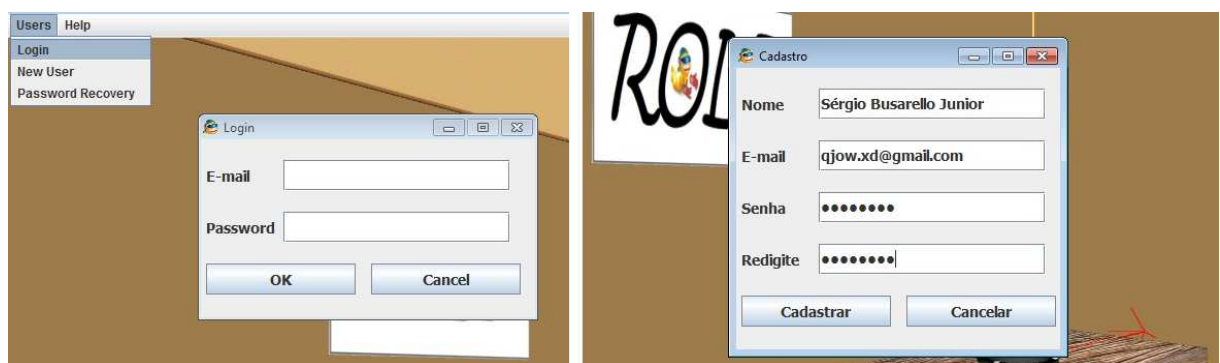


Figura 2 – Menu de usuários com Tela de acesso (esq.) e Tela de Cadastro (dir.).

Ao iniciar o sistema, o aprendiz deve realizar um cadastro para ter acesso às tarefas, ou entrar no sistema caso não seja sua primeira visita. A Figura 2 mostra o menu de usuários com a opção de *Login*. A utilização de um cadastro, e consequente a restrição do acesso, permite individualizar e flexibilizar o aprendizado. Flexibiliza pois permite que o aprendiz execute o estudo em vários momentos diferentes mas o sistema ajuda a retomar o estudo do ponto onde parou, com isso dividindo o estudo em vários dias/etapa, conforme o ritmo e empenho do próprio aprendiz. Individualiza pois a senha garante que os dados dos aprendizes não serão violados nem misturados. Para se cadastrar, o aprendiz deve dispor de um endereço de *e-mail* válido e ainda não utilizado e fornecer dados como nome completo e senha, como visto na Tela de Cadastro (à direita da Figura 2).



O VirBot4EL foi alterado de maneira a exibir a matriz de MEH-tarefas e incluir uma área de usuários, que permite o programa manter o estado do progresso do aprendiz, como visto na Figura 3, assim como diretórios para conter todos os arquivos gerados pelo sistema. Uma vez no sistema, o aprendiz pode acessar o MEH-Tarefas e escolher a tarefa que deseja resolver.



Figura 3- Representação do MEH para Tarefas Robóticas do ROLE

Nas Figuras 3 e 4, os quadrados representam átomos de conhecimento, com o nomes das tarefas, tal como se apresenta o ROLE. Um padrão de cores explica o estado da tarefa (PIETRA et al., 2009):

- átomos verdes correspondem ao conhecimento adquirido quando a tarefa é concluída;
- átomos amarelos são vizinhos imediatos (e indicam tarefas não concluídas) isto é, já possuem o conhecimento pré-requisito necessário para conquistar o conhecimento, mas ainda não foram visitados e;
- átomos vermelhos, são todos aqueles indisponíveis no momento por não possuírem os pré-requisitos, e;
- átomos em cinza indica uma divisão que na verdade não tem um conteúdo específico.

No momento da exploração na situação da Figura 3, os átomos das tarefas “Limpeza” e “Caçapa” são vizinhos imediatos, ou seja, podem ser visitados pelo aprendiz, mas não a tarefa “Hanói”, pois este tem como pré-requisito a tarefa “Caçapa”. O sistema já possui restrições de acesso para o caso do aprendiz tentar acessar uma tarefa sem os requisitos necessários (e em vermelho).

Uma vez que o aprendiz escolheu uma tarefa válida (amarela), ele será apresentado à descrição da tarefa, bem como a opção de continuar (iniciar), a tarefa ou voltar para o MEH-Tarefas e escolher outra tarefa. A Figura 4 contém a descrição da tarefa (4,4) – Aparafusar, tal como está presente no ROLE. Após ler e entender a tarefa o aprendiz continua o uso e a contagem de tempo da tarefa é iniciada.

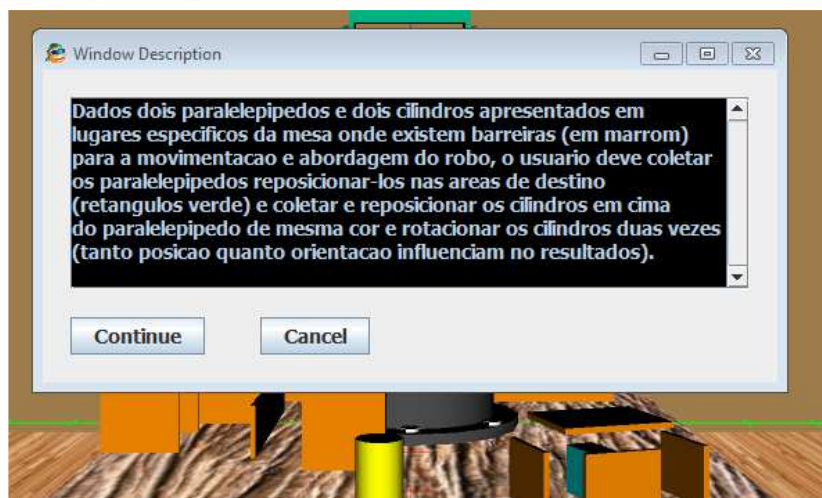


Figura 4 - Janela de descrição da tarefa Parafusar

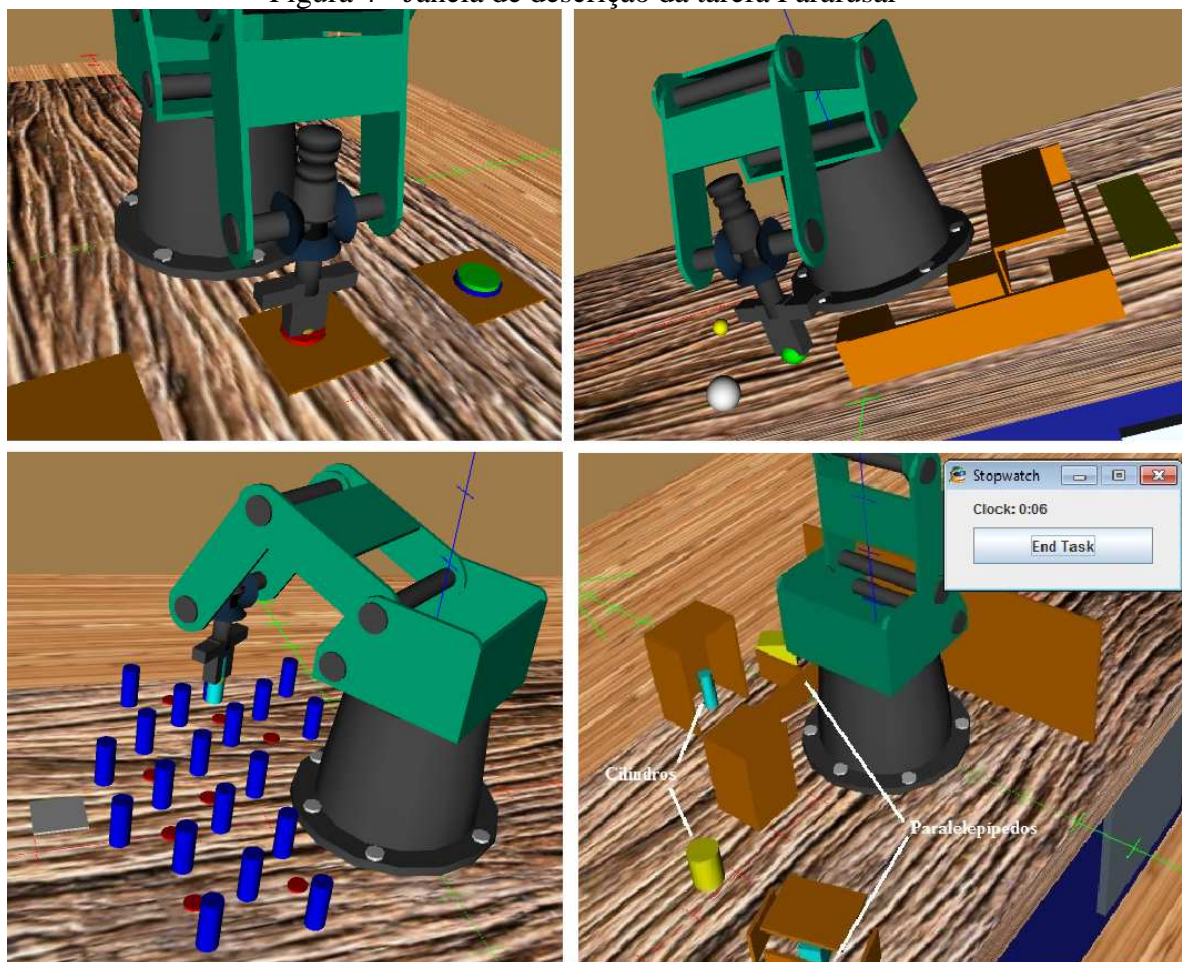


Figura 5 - Tarefas “Hanói” (esq. em cima), “Ordenar o Bilhar” (esq. em baixo), “Líquido” (dir. em cima) e “Aparafusar” (dir. em baixo).

Logo que a tarefa é carregada, a cena é atualizada com todos os objetos necessários para a tarefa. A Figura 5 mostra algumas das cenas geradas quando diferentes tarefas são selecionadas. Na cena gerada para a tarefa Aparafusar, destacam-se os objetos manipuláveis (no caso cilindros) e obstáculos que são introduzidos para forçar determinado tipo de



posicionamento e orientação do robô (paralelepípedos) para a prensão. Quando o aprendiz achar que já alcançou o objetivo da tarefa, ele pode selecionar Terminar Tarefa (*End Task*) para encerrar a contagem de tempo. Ao fazê-lo, um relatório é gerado com dados da solução do aprendiz, este sendo armazenado em um diretório específico do aprendiz, criptografado para impedir alterações indevidas. Note-se que fica a critério do aprendiz determinar o fim da tarefa mesmo que o posicionamento final ou o número de objetos manipulados não esteja no máximo de sua corretude.

Os dados coletados e armazenados no relatório são (conforme mostra a Figura 6):

- Nome da tarefa;
- Descrição da tarefa;
- Data que a solução foi gerada;
- Nome do aprendiz;
- Data de início e tempo de desenvolvimento;
- Precisão (em distância e em graus de orientação) dos objetos que compõe a cena final;
- Tempo de execução do programa;
- Número de pontos gerados;
- Número de colisões ocorridas durante a busca da solução da tarefa;
- *Status* da Tarefa: não concluída (este valor é alterado após a avaliação do supervisor);
- Número de manipulações por teclado ou *mouse*;
- Números de tentativas de prensão em objetos fixos (para os quais não deveriam ocorrer prensões) ou móveis (que indicam erros de posicionamento para prensão);
- Nomes dos arquivos com os objetos, pontos e programação gerada.

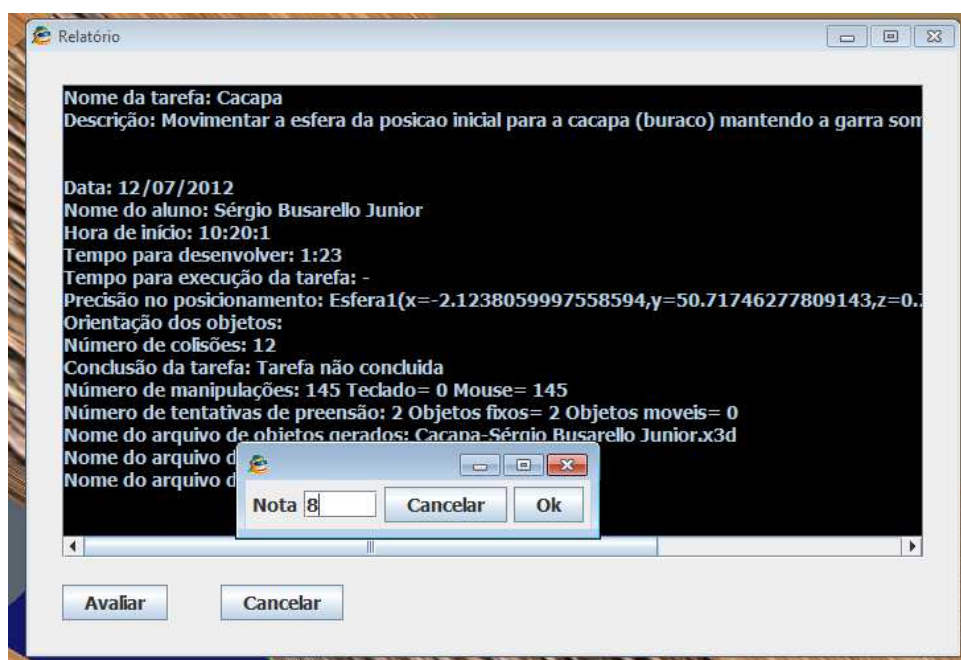


Figura 6 – Relatório e Avaliação do aprendiz.



Com base no relatório emitido pelo ROLE, o educador tem um rico conjunto de informações para avaliar a qualidade e quantidade do estudo do aprendiz. Informações quanto ao tempo em dias e horas ajudam a identificar a dedicação empregada; informações sobre colisões e tentativas frustradas de prensão ajudam a avaliar a dificuldade na execução da tarefa, falta de atenção ou falta de planejamento para solução do problema; informações sobre o programa gerado para solucionar a tarefa (tempo de execução deste, número de pontos usados na cena) e precisão do resultado (tanto no posicionamento quanto na orientação dos objetos da tarefa) ajudam a avaliar a precisão da tarefa como um todo.

Com base nestes indicadores o educador determina se o aprendiz alcançou, ou não, os objetivos daquele átomo de conhecimento através da atribuição de uma nota que, se for maior que 7,0 (sete) indica que houve a conquista do conhecimento daquele átomo, conforme sugere a tela de notas, mostrada na Figura 6.

5. CONCLUSÃO

O uso de simuladores para ensino de robótica articulada, em especial a programação de robôs fixos, não é uma novidade. Simuladores comerciais e acadêmicos têm sido desenvolvidos para este propósito mas estes têm estado dissociados de uma proposta de estruturação do conteúdo educacional específico. Este artigo apresentou o ROLE (*Robotics Learning Environment*), um simulador de robô articulado que exerce um papel (*role*) diferente pois, além de simular um ambiente robotizado rico em recursos, propõe um amplo conjunto de tarefas robotizadas e embute a estrutura do conteúdo usando a metodologia do Espaço de Habilidades (MEH) que, ajuda a organizar, dividir e apresentar todo o conteúdo de um curso de robótica a um aprendiz.

Assim, além das vantagens do próprio uso de simuladores, o ROLE incorpora as vantagens do MEH em um único ambiente integrado. A grande vantagem do MEH que se quer destacar neste trabalho é que este possui exploração ortogonal de conteúdos, o que permite que assuntos técnicos complexos (tópicos longos e com excesso de detalhes), como os da robótica articulada, se tornem mais agradável para os aprendizes à medida que este pode controlar o fluxo de estudo. O ROLE, bem como o VirBot4u, estão disponíveis gratuitamente no site www2.joinville.udesc.br/~larva/virbot4u.

Trabalhos futuros incluem a geração de uma interface para facilitar as funções do educador tanto para definir mais tarefas quanto para acompanhar o andamento do aprendiz ou turma. Ainda, a tecnologia usada permite a geração de uma versão para *web*, o que facilitaria seu uso, então o ROLE teria a capacidade de comunicação em rede, permitindo ao educador ter acesso aos relatórios gerados em diferentes máquinas de um mesmo ambiente.

Por fim, testes do ROLE com alunos em nível de graduação podem confirmar se, de fato, tal sistema realmente exerce um papel diferente, facilitando o ensino de robótica articulada.

6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, C. A.; HOUNSELL, M. S.; KEMCZINSKI, A.; ROSSO Jr., R. S. U.; LEAL, A. B. Aplicação do Modelo de Espaço de Habilidades para Conteúdo de Robótica. **Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Blumenau-SC. COBENGE, 2011. p. 1-10.



- CARRARA, V. **Apostila de Robótica**. Universidade Braz Cubas, Área de Ciências Exatas Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle e Automação, 2009. p. 13-27.
- CARVALHO, G. A. **Mapas Conceituais: Uma Análise do uso em programas de Pós-Graduação Stricto Sensu**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências - UFBA. p. 150. 2003.
- CYRE, W. Capture, integration and analysis of digital requirements with conceptual graphs. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**. Vol. 9 (1), 1997.
- GARRIDO, P.; TRAMULLAS, J. Topic maps: an alternative or a complement to concept maps. **Anais: First International Conference on Concept Mapping**. Pamplona, Espanha, 2004, p. 1-4.
- HOSS, A.; LEAL, A. B.; HOUNSELL, M. S. VirBot4u: Um Simulador de Robô usando X3D. **Anais: Simpósio de Computação Aplicada**, Passo Fundo, RS, 2009, p. 1-15.
- KEMCZINSKI, A.; SILVA, D. D.; HOUNSELL, M. S. Espaço de Habilidades, Um Modelo de Software Educativo. **Anais: Global Congress on Engineering and Technology Education**, Bertioga, SP, Março. GCETE'2005 (Editores: Claudio da Rocha Brito e Melany M. Ciampi), 2005. p. 1648-1652.
- LARVA, Laboratory for Research on Visual Applications. **Sherlock dengue**. UDESC, Joinville. 2006. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/larva/dengue>. Acessado em 4/6/2012.
- MOORE, G.; PEPPER, S. **XML Topics Maps (XTM) 1.0** 2004. Disponível em <<http://www.topicmaps.org/xtm/index.html>>. Acessado em 22 de Maio de 2012.
- PIETRA, M. L.; HOUNSELL, M. S. ; KEMCZINSKI, A. MEHRECE: Modelo de Espaços de Habilidades para Representação de Conteúdos Educacionais. **Anais: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Fortaleza - CE. SBIE: Tecnologia e Educação para Todos, 2008. p. 1-4
- PIETRA, M. L.; HOUNSELL, M. S.; KEMCZINSKI, A. A Skills-Space Model for Educational Content Representation as a Software Realization. **Anais: IFIP-WCCE: World Conference on Computers in Education**, 2009, Bento Gonçalves - RS. IFIP-WCCE2009. Porto Alegre - RS : IFIP-SBC, 2009. v. 1. p. 1-10.
- REDEL, R.; HOUNSELL, M. S. Implementação de Simuladores de Robôs com o Uso da Tecnologia de Realidade Virtual. **Anais: IV Congresso Brasileiro de Computação**, Itajaí, SC, 2004, p. 398-401.
- SCHILLING, R. J. **Fundamentals of Robotics: analysis and control**. Prentice Hall, 1990, p. 425.



ROLE – A SYSTEM THAT PLAYS A DIFFERENT ROLE ON ROBOTICS EDUCATION

Abstract: *In today's world the automation in large industries is increasing, which also increases the amount of industrial robots in use by them. For this end, technical staff skills to operate these machines have become more demanding, making the need for a learning environment essential. Usually robot simulators are used for various reasons, but mainly due to the costs and availability of the physical equipment. However, a straightforward use of simulators without a structured teaching does not facilitate much the learning activity. This structure can be achieved by the use of the Skills Space Model (SSM), which is appropriate for the development of technical content since it presents an exploration into multiple intricate concepts in an articulated and flexible way. SSM allows a better view of the requirements necessary to achieve a certain level of learning. This paper shows an application of the SSM model for robotics tasks as an embedded feature of a robotic simulator called ROLE - RObotic Learning Environment. ROLE is a robot simulator that has a structured learning process embedded in it and therefore has the potential to play a better “role” in the articulated robotics teaching-learning process.*

Keywords: *Robotics Learning Environment, Skill Space Model, Articulated Robotics, Robot Simulator.*