

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA A DISCIPLINA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Marcelo A. C. Fernandes – mfernandes@dca.ufrn.br
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Departamento de Engenharia de Computação e Automação - DCA
59078-970 – Natal – RN

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning – PBL) aplicada a o componente curricular (disciplina) de Inteligência Artificial. A proposta engloba problemas associados a área de robótica móvel, na qual o aluno desenvolve soluções em Inteligência Artificial para otimizar o deslocamento de um robô em um ambiente desconhecido com desvio de obstáculos. A proposta foi aplicada durante três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) na disciplina de Inteligência Artificial Aplicada do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Resultados obtidos por pesquisas de opinião com os alunos durante os três semestres são apresentados objetivando a validação da proposta de PBL. Os detalhes associados a implementação da proposta também são apresentados visando ajudar outros docentes no ensino de componentes curriculares semelhantes.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL, Inteligência Artificial, Robótica Móvel.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de soluções utilizando técnicas de Inteligência Artificial (IA) é estratégico para qualquer país ou região nos dias atuais. Com base nas técnicas e algoritmos de IA pode-se encontrar respostas eficientes para problemas complexos quando comparados as soluções clássicas. Uma das características importantes desta área é sua multidisciplinaridade, permitindo que as técnicas e algoritmos possam ser utilizados em diversas outras áreas como engenharia, médica, direito e outras.

O componente curricular de IA foi inicialmente implementado nos cursos de pós-graduação e depois nos cursos de graduação, sendo atualmente um componente indispensável em cursos de engenharia e computação. Porém, o caráter multidisciplinar deste componente curricular traz responsabilidades diferentes associadas as metodologias de aprendizagem, no qual técnicas de tradicionais de ensino não são apropriadas (MCKEE, 2002) (PANTIC *et al.*, 2005) (GARCIA *et al.*, 2006) (LEON *et al.*, 2007) (WEIDONG *et al.*, 2009).

Novas metodologias de ensino como aprendizagem baseada em problemas (PBL – *Problem Based Learning*) podem ser bastante eficazes neste tipo de componente curricular. A PBL incorpora, através de atividades práticas, todos os conceitos fundamentais que os alunos devem aprender durante todo o curso. Através de problemas práticos bem elaborados os estudantes podem propor soluções abordando os conceitos teóricos apresentados no componente curricular. A metodologia PBL incentiva aos alunos interligar a teoria com prática,

associando problemas relacionados com o mundo real (HAMID *et al.*, 2009) (RIBAUD & SALIOU, 2013) (DOS SANTOS *et al.*, 2013) (ALI & SAMAKA, 2013) (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de PBL aplicada ao componente curricular de IA. A proposta é baseada em problemas associados a área de robótica móvel no qual, os estudantes precisam desenvolver soluções que permitam o deslocamento livres de obstáculos de um robô terrestre com rodas em ambientes desconhecidos. A área de robótica foi escolhida propositalmente devido sua capacidade de atração de alunos em vários níveis de educação como pode ser observado nos trabalhos apresentados em (CORRELL *et al.*, 2010), (KUC *et al.*, 2004) e (DOGMUS *et al.*, 2014).

Todos os detalhes associados a proposta e resultados obtidos a partir de pesquisa de opinião durante três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) de aplicação no componente curricular Inteligência Artificial Aplicada (IAA) são apresentados neste artigo. Os resultados da pesquisa apontam que a estratégia de PBL foi bem sucedida e indicando alguns pontos importantes que podem ser melhorados em outras implementações.

O trabalho foi dividido da seguinte forma, na Seção 2 são apresentados os detalhes do componente curricular alvo da proposta. A Seção 3 apresenta uma breve descrição da plataforma de simulação em robótica móvel utilizada para implementar os problemas associados a proposta de PBL. Na Seção 4 é feita uma descrição detalhada da proposta de PBL, apresentado os problemas abordados. A Seção 5 apresenta e analisa os resultados obtidos da pesquisa de opinião. Finalmente, a Seção 6 descreve as conclusões associadas ao trabalho.

2. DETALHES DO COMPONENTE CURRICULAR

O componente curricular Inteligência Artificial Aplicada (IAA) é uma disciplina obrigatória do curso de Engenharia da Computação e é aplicada semestralmente com uma carga horária de 60 horas (4 créditos). O programa atual aborda várias linhas e técnicas de IA divididas nos seguintes tópicos de aula:

Tópico 1. Redes Neurais Artificiais (RNA)

- a. Perceptron de uma camada treinado com algoritmo do erro quadrático médio (*Last Mean Squares – LMS*)
- b. Perceptron de múltiplas camadas (*Multilayer Perceptron – MLP*) treinado com o algoritmo da retropropagação (*Backpropagation*)
- c. Redes de funções de base radial (*Radial Basis Functions – RBF*) treinado com o algoritmo do LMS.
- d. Redes Neurais Auto-Organizáveis (*Self-Organized-Maps – SOM*)

Tópico 2. Representação de conhecimento (RC)

- a. Sistemas baseados em regras de produção com lógica binária utilizando Prolog
- b. Sistemas baseados em regras de produção com lógica binária utilizando lógica Fuzzy com máquina de inferência Mamdani

Tópico 3. Algoritmos de busca

- a. Métodos de busca não informada (*Uninformed Search - US*)

- b. Métodos de busca informada (*Informed Search - IS*) ou Heurística (*Heuristic Search - HS*)
- c. Algoritmos genéticos (*Genetic Algorithm - GA*)

Cada tópico é associado a uma unidade que é implementada em um período de aproximadamente dois meses. Baseado nestes tópicos o componente curricular IAA propõem aos estudantes as seguintes habilidades:

1. Conhecer detalhadamente o funcionamento e o processo de aprendizagem das principais técnicas de RNA
2. Associar a solução de problemas reais com as técnicas de RNA
3. Desenvolver computacionalmente os algoritmos de funcionamento e aprendizagem das RNA's apresentadas nos tópicos de aula
4. Conhecer e otimizar técnicas de representação de conhecimento baseadas em regras de produção com lógica binária e nebulosa.
5. Representar através de regras de produção problemas reais
6. Implementar algoritmos com regras de produção utilizando linguagem PROLOG
7. Implementar algoritmos com regras de produção utilizando máquina de inferência Mamdani com lógica fuzzy
8. Otimizar e conhecer algoritmos de busca informada e não informada.
9. Organizar problemas reais para serem aplicadas a algoritmos de busca
10. Desenvolver computacionalmente os algoritmos de busca apresentados nos tópicos de aula

e a partir destas habilidades poderão ser formadas as seguintes competências:

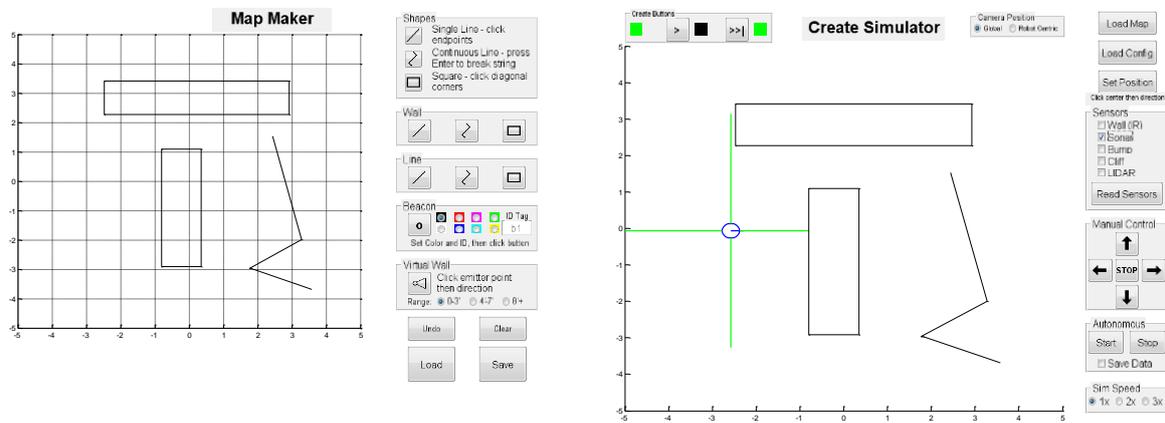
1. Associar uma ou mais técnicas de IA para a solução de problemas reais
2. Otimizar e parametrizar as técnicas e algoritmos de IA estudadas.
3. Implementar algoritmos e técnicas de IA em qualquer linguagem ou plataforma computacional.

A proposta de PBL apresentada neste artigo possui com alvo proporcionar as habilidades e competências aqui listadas. E ao mesmo tempo criar um ambiente de aprendizado estimulante tentando valorizar aspectos importantes para qualquer profissional como criatividade e iniciativa.

3. PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO

Todos os problemas propostos para estratégia de PBL utilizaram a plataforma de simulação Matlab com o toolbox de código aberto *IRobot Create* (ESPOSITO & BARTON, 2014). Este toolbox proporciona o desenvolvimento de novos algoritmos e soluções aplicada na área de robótica móvel em uma plataforma gráfica que simula um robô de duas rodas acionado por um driver diferencial. O *IRobot Create* possui dois módulos principais (scripts do Matlab) chamados de *MapMakerGUI.m* e *SimulatorGUI.m* que estão ilustrados nas Figuras 1(a) e 1(b), respectivamente. O módulo *MapMakerGUI.m* permite desenhar o mapa do ambiente que o robô irá deslocar e módulo *SimulatorGUI.m* é um ambiente gráfico que realiza

a simulação do robô. O módulo *SimulatorGUI.m* permite carregar mapa gerado pelo *MapMakerGUI.m*.



(a) Módulo *MapMakerGUI*.

(b) Módulo *SimulatorGUI*.

Figura 1 – Ilustração da plataforma *IRobot Create* utilizada em todos os problemas.

Além dos módulos principais, o toolbox permite a inserção algoritmos para o controle autônomo do robô. Os algoritmos são inseridos através de uma função recebe como referência o objeto que gerencia o robô no simulador. A função de execução autônoma pode utilizar qualquer um dos sensores e drivers associados ao robô durante a simulação. Assim, de forma simples pode-se testar qualquer tipo de algoritmo e técnica de deslocamento com desvio de obstáculos na plataforma *IRobot Create*. A Tabela 2 apresenta um simples exemplo de implementação da função de execução autônoma. Neste exemplo o robô utiliza a informação dos sensores ultrassônico frontal, lateral direito e lateral esquerdo para desviar dos obstáculos.

Tabela 2 – Exemplo de implementação na plataforma *IRobot Create*.

```
function ExampleCP(objRobot)
TempoSim=60; %Tempo de simulação em segundos (s)
tInicio= tic;
while toc(tInicio) < TempoSim
    %Move o robô a uma distância fixa de 0,2 metros uma velocidade 0,1
    m/s
    travelDist(objRobot,0.1,0.2);
    dsf= ReadSonar(objRobot,2) %Leitura do sonar frontal
    dse= ReadSonar(objRobot,3) %Leitura do sonar esquerdo
    dsd= ReadSonar(objRobot,1) %Leitura do sonar direito
    if isempty(dsf) dsf = 3; end
    if isempty(dse) dse = 3; end
    if isempty(dsd) dsd = 3; end
    if (dsf < 1) %Gira o robô 60 graus a um velocidade de 0,1 rad/s
        turnAngle(objRobot,0.1,60)
    end
    if (dsf < 2 && dse < 2) %Gira o robô 30 graus a um velocidade de 0,1
    rad/s
        turnAngle(objRobot,0.1,30)
    end
    if (dsf < 2 && dsd < 2) %Gira o robô -30 graus a um velocidade de
    0,1 rad/s
```

```
turnAngle(objRobot,0.1,-30)
end
%Retorna a posição espacial do robô.
[x y th]= OverheadLocalizationCreate(objRobot)
plot(x,y, '*');
pause(0.1)
end
end
```

4. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Tomando como base os tópicos de aulas e as competências e habilidades descritas na Seção 2, a proposta de PBL aqui descrita e composta de três problemas que são divididos nas três unidades que formam o componente curricular. Cada problema aborda o conteúdo de cada unidade dentro das competências e habilidades descritas na Seção 2. O objetivo principal de todos os problemas, é o desenvolvimento de uma técnica, baseada em IA, que permita o deslocamento livre de colisões de um robô terrestre em um ambiente desconhecido. Para cada unidade a técnica baseada em IA é alterada, focando o assunto principal da unidade. Em todos os problemas o aluno precisa implementar e testar a técnica na plataforma *IRobot Create* (descrita na Seção 3). A seguir são listados os problemas propostos em cada unidade.

- Problema 1 – Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Redes Neurais Artificiais. Pode-se utilizar uma RNA do tipo MLP treinada com o algoritmo do BP ou uma RNA do tipo RBF treinada com algoritmo do LMS.
- Problema 2 – Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Lógica Binária com Prolog e Lógica Fuzzy com inferência Mamdani.
- Problema 3 – Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Algoritmos Genéticos.

Para todos os problemas o robô deve ter como entrada o valor dos quatro sensores ultrassônicos e/ou o valor do sensor LIDAR e deve ter como saída o valor associada a velocidade angular de cada roda do robô.

Observa-se que os três problemas tentam criar as habilidades e competências pré-definidas na seção 2. No qual, o problema 1 é associado as habilidades 1 a 3, o problema 2 associa-se as habilidades 4 a 7 e finalmente o problema 3 é associado as habilidades 8 a 10. A utilização de um mesmo problema nas três unidades ajuda no fortalecimento da formação das competências pois, ilustram de uma forma bastante motivadora as vantagens e desvantagens de cada técnica na resolução de um problema.

O projeto com a resolução de cada um dos três problemas é entregue na forma de relatório técnico seguindo um padrão de formato. Além do relatório com a resolução do problema o aluno também faz uma prova individual em cada unidade. A prova tentar englobar os tópicos não contemplados nos problemas. A composição das notas associada a cada unidade está apresentada na Tabela 3, onde o relatório equivale a 40% da nota do semestre e prova escrita 60%.

Tabela 3 – Composição das notas associadas a cada unidade.

Relatório		Prova escrita
Implementação e resolução do problema	Parte escrita	60%
80%	20%	
40%		

Os projetos associados a resolução dos problemas podem ser implementados de forma individual ou em grupo já as provas escritas são realizadas individualmente.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Objetivando validar a proposta de PBL aqui apresentada foram realizadas pesquisas de opinião com as turmas dos semestres de 2012.1, 2013.1 e 2013.2. Essas pesquisas foram realizadas de forma anônima e voluntária com os alunos através da ferramenta de formulários eletrônicos do Google.

5.1. Metodologia da Pesquisa de opinião

Com base na metodologia aplicada nos trabalhos apresentados em (ALI & SAMAKA, 2013), (KUC *et al.*, 2004), (CORRELL *et al.*, 2010) e (DOGMUS *et al.*, 2014) o formulário eletrônico foi composto de 11 afirmações (apresentadas na Tabela 4) cujas respostas foram escalonadas em cinco graus de concordância. Este tipo formato é chamado de escala de resposta psicométrica e é normalmente utilizada em questionários, na qual o entrevistado deve classificar itens quanto ao seu grau de importância. A Tabela 5 apresenta o formato da resposta associada a cada uma das afirmações apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Afirmações enviadas aos alunos.

Número	Afirmação
1	Os projetos práticos (com a plataforma de simulação de robótica móvel - IRobot) ajudaram a obter habilidades no desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial.
2	Foi importante aprender a desenvolver a soluções baseadas em Inteligência Artificial para um problema específico na área de robótica móvel.
3	Utilizar as várias técnicas diferentes, estudadas durante o curso, em um mesmo problema (robótica móvel) foi importante para avaliar as vantagens e desvantagens de cada técnica.
4	Eu como aluno fiquei satisfeito com os projetos práticos utilizando a plataforma de robótica móvel (IRobot).
5	Eu entendi as técnicas e os algoritmos de inteligência artificial estudados no curso.
6	Estou apto para realizar projetos utilizando as técnicas de inteligência artificial estudadas no curso.
7	Estou apto a desenvolver os algoritmos associados às técnicas de Inteligência Artificial estudadas durante o curso.

8	Estou apto a apresentar soluções com técnicas de Inteligência Artificial, estudadas no curso, em problemas reais.
9	A prova escrita foi relevante no entendimento das técnicas de Inteligência Artificial estudadas durante o curso.
10	A metodologia de desenvolver três projetos durante o curso foi importante para o aprendizado das diversas técnicas de Inteligência Artificial.
11	O desenvolvimento dos projetos de forma individual é melhor que em grupo.

Tabela 5 – Formato da resposta associada a cada uma das 11 afirmações enviadas.

	1	2	3	4	5	
Não concordo						Concordo

5.2. Resultados da Pesquisa de Opinião

As Tabelas 6 a 16 apresentam os resultados da pesquisa de opinião realizada exclusivamente para a análise da proposta de PBL. O formulário de pesquisa foi enviado para um universo de 60 alunos diferentes matriculados nos três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) nos quais 25 alunos (41,67%) responderam. No semestre 2012.1 as resoluções associadas aos problemas foram implementadas em grupos de até quatro alunos. Já nos semestres de 2013.1 e 2013.2 as resoluções dos problemas foram implementadas individualmente. É importante observar que os formulários foram enviados para todos os alunos independentemente de seu sucesso na disciplina.

Tabela 6 – Resultados associados a afirmação número 1.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	1	1	7
Quantidade 2013.1	0	0	0	4	6
Quantidade 2013.2	0	0	0	0	6
Total	0	0	1	5	19
Porcentagem	0,00%	0,00%	4,00%	20,00%	76,00%

Tabela 7 – Resultados associados a afirmação número 2.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	0	3	6
Quantidade 2013.1	0	0	1	3	6
Quantidade 2013.2	0	0	1	1	4
Total	0	0	2	7	16
Porcentagem	0,00%	0,00%	8,00%	28,00%	64,00%

Tabela 8 – Resultados associados a afirmação número 3.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	1	0	0	2	6
Quantidade 2013.1	0	0	0	2	8
Quantidade 2013.2	0	0	2	1	3
Total	1	0	2	5	17



Porcentagem	4,00%	0,00%	8,00%	20,00%	68,00%
--------------------	-------	-------	-------	--------	--------

Tabela 9 – Resultados associados a afirmação número 4.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	1	4	4
Quantidade 2013.1	0	0	2	3	5
Quantidade 2013.2	0	0	1	2	3
Total	0	0	4	9	12
Porcentagem	0,00%	0,00%	16,00%	36,00%	48,00%

Tabela 10 – Resultados associados a afirmação número 5.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	2	3	4
Quantidade 2013.1	0	0	0	4	6
Quantidade 2013.2	0	0	1	3	2
Total	0	0	3	10	12
Porcentagem	0,00%	0,00%	12,00%	40,00%	48,00%

Tabela 11 – Resultados associados a afirmação número 6.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	1	2	4	2
Quantidade 2013.1	0	0	1	6	3
Quantidade 2013.2	0	0	2	2	2
Total	0	1	5	12	7
Porcentagem	0,00%	4,00%	20,00%	48,00%	28,00%

Tabela 12 – Resultados associados a afirmação número 7.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	1	2	5	1
Quantidade 2013.1	0	0	3	2	5
Quantidade 2013.2	0	0	2	2	2
Total	0	1	7	9	8
Porcentagem	0,00%	4,00%	28,00%	36,00%	32,00%

Tabela 13 – Resultados associados a afirmação número 8.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	3	2	4
Quantidade 2013.1	0	0	1	5	4
Quantidade 2013.2	0	0	1	3	2
Total	0	0	5	10	10
Porcentagem	0,00%	0,00%	20,00%	40,00%	40,00%

Tabela 14 – Resultados associados a afirmação número 9.

Escala	1	2	3	4	5
---------------	----------	----------	----------	----------	----------

Quantidade 2012.1	0	6	1	2	0
Quantidade 2013.1	0	0	6	2	2
Quantidade 2013.2	1	0	1	3	1
Total	1	6	8	7	3
Porcentagem	4,00%	24,00%	32,00%	28,00%	12,00%

Tabela 15 – Resultados associados a afirmação número 10.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	1	1	0	5	2
Quantidade 2013.1	0	0	0	4	6
Quantidade 2013.2	0	0	0	2	4
Total	1	1	0	11	12
Porcentagem	4,00%	4,00%	0,00%	44,00%	48,00%

Tabela 16 – Resultados associados a afirmação número 11.

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	5	0	1	1	2
Quantidade 2013.1	0	0	1	4	5
Quantidade 2013.2	0	2	1	0	3
Total	5	2	3	5	10
Porcentagem	20,00%	8,00%	12,00%	20,00%	40,00%

5.3. Análise dos Resultados

Baseado nas afirmações 1 a 4 (resultados apresentados nas Tabelas 6, 7, 8, e 9) verifica-se que a aplicação das técnicas de IA em um problema específico na área de robótica influenciou positivamente nos resultados. Nestas afirmações as escalas de importância 4 e 5 obtiveram em média 90% das respostas.

As afirmações, 5 a 8 (resultados apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13) estão associadas a visão do aluno em relação ao seu aprendizado com relação as habilidades e competências propostas para o componente curricular. Nestas afirmações as escalas 4 e 5 obtiveram em média 78% das respostas. Observa-se que o resultado não foi tão bom como os resultados das afirmações 1 a 4, mais foram bastante significativos (levando também em consideração a escala 3 o valor médio das respostas vai para 98%). As afirmações 5 e 6 estão ligadas a competência 1, a afirmação 7 a competência 2 e finalmente a afirmação 8 a competência 3.

As afirmações 9 e 11 (resultados apresentados nas Tabelas 14 e 16) obtiveram os piores resultados da pesquisa mostrando que atividades individuais, sejam provas, relatórios ou projetos não agradam muito aos alunos. Para a afirmação 9 as escalas 4 e 5 obtiveram apenas 40% das respostas e para a afirmação 11 obteve apenas 60% das respostas. Levando também em consideração a escala 3 o valor das respostas vai para 72% em ambas afirmações. É interessante observar que se os dados forem analisados apenas nos semestres 2013.1 e 2013.2 os resultados relativos a estas afirmações melhoram significativamente ou seja, mais de 85% das respostas

ficam nas escalas 3, 4 e 5, para ambas as afirmações. É importante observar que nestes semestres os alunos desenvolveram os trabalhos individualmente.

Já a afirmação 10 (resultados apresentados na Tabela 15) tenta resumir a opinião do aluno associada a toda metodologia aplicada. Neste caso 92% dos alunos responderam na escala 4 e 5. Analisando as respostas obtidas em todas as afirmações, conclui-se que a proposta foi bem avaliada dado que na maioria das afirmações as escalas 4 e 5 obtiveram mais de 80% das respostas.

Nos semestres pesquisados o componente curricular IAA obteve uma taxa de aprovação média de 47,10%, uma taxa de reprovação média de 26,17%, uma taxa de reprovação por falta média de 15,77% e uma taxa de trancamento média 10,97%. Apesar dos dados relativos a pesquisa de opinião serem bastante motivadores, os resultados associados as taxas de insucesso (taxas de reprovação por média, por falta e trancamento) ainda são altas. A Figura 2 apresenta o comportamento das taxas de sucesso e insucesso durante os semestres 2012.1, 2013.1 e 2013.2.

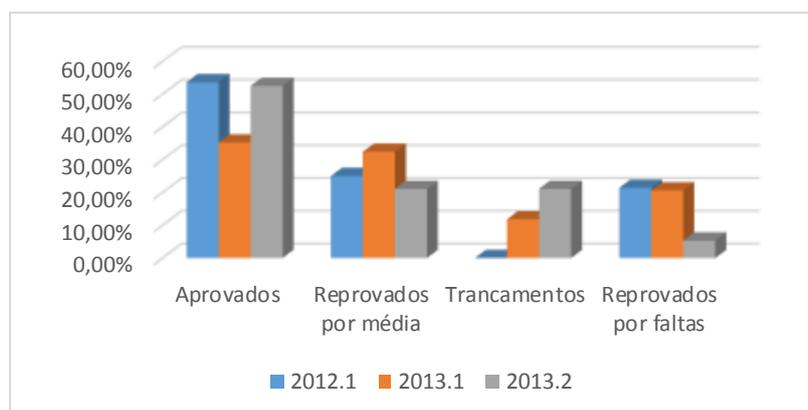


Figura 2 – Taxas de sucesso e insucesso durante os semestres da pesquisa.

Com base nos dados apresentados na Figura 2, observa-se uma pequena tendência de queda na taxa de reprovação por média, apesar da subida em 2013.1 e uma grande tendência de queda na taxa de reprovação por faltas. Estes dados mostram que de alguma forma a metodologia de PBL vem apresentando resultados. Outro dado importante a ser analisado na Figura 2 é a tendência de subida associada aos trancamentos, fato preocupante que pode ser explicado pela aplicação dos projetos de forma individual.

É importante destacar que do ano de 2012 até o momento foram gerados vários trabalhos e artigos extra classe dos projetos desenvolvidos. Entre eles estão um artigo completo publicado em 2013 no SBAI (Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente), dois resumos estendidos aceitos para serem apresentados e publicados no CBSF (Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy) em 2014, um TCC apresentado em 2013 e um mestrado em andamento para finalização em 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta de aprendizagem baseada em problemas aplicada a componentes curriculares voltados para área de IA. O artigo utilizou como base a disciplina de Inteligência Artificial Aplicada do curso de Engenharia da Computação da UFRN.



Resultados obtidos de pesquisa de opinião com alunos dos semestres de 2012.1, 2013.1 e 2013.2, mostram informações bastante promissoras e significativas associados a proposta. Os dados também apresentam pontos importantes que precisam ser melhor analisados objetivando maximizar a taxa de aprovação e reduzir a taxa de insucesso relativa aos alunos. Todos os detalhes associados a implementação da proposta são apresentados para que outros docentes possam aplicar em componentes curriculares associados a área de IA.

Agradecimentos

Este trabalho agradece a todos os alunos dos semestres 2012.1, 2013.1 e 2013.2 da disciplina de Inteligência Artificial Aplicada do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) que de forma anônima responderam aos formulários de pesquisa e contribuíram com os resultados apresentados neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Z.; SAMAKA, M., ePBL: Design and implementation of a Problem-based Learning environment, Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE , vol., no., pp.1209,1216, 13-15 March 2013.

CORRELL, N.; WING, R.; COLEMAN, D., A One-Year Introductory Robotics Curriculum for Computer Science Upperclassmen, Education, IEEE Transactions on , vol.56, no.1, pp.54,60, Feb. 2013.

DOGMUS, Z.; ERDEM, E.; PATOGLU, V., ReAct!: An Interactive Educational Tool for AI Planning for Robotics, Education, IEEE Transactions on , vol.PP, no.99, pp.1,1, 2014.

DOS SANTOS, S.C.; MONTE, A.C.; RODRIGUES, A., A PBL approach to process management applied to Software Engineering education, Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE , vol., no., pp.741,747, 23-26 Oct. 2013.

GARCIA, R.M.C.; ROMAN, J.V.; PARDO, A., Peer Review To Improve Artificial Intelligence Teaching, Frontiers in Education Conference, 36th Annual , vol., no., pp.3,8, 27-31 Oct. 2006.

HAMID, N.A.; HARON, H.; JAMBAK, M.I.; SUKIMIN, Z., An Overview of Robotic Simulation E-learning, Modelling & Simulation, 2009. AMS '09. Third Asia International Conference on, vol., no., pp. 566, 571, 25-29 May 2009.

LEON, M.; MEDINA, D.; MARTINEZ, N.; GARCIA, Z., Two Approaches to Generate Intelligent Teaching-Learning Systems Using Artificial Intelligence Techniques, Artificial Intelligence - Special Session, 2007. MICAI 2007. Sixth Mexican International Conference on, vol., no., pp.333, 341, 4-10 Nov. 2007.



KUC, R.; JACKSON, E.W.; KUC, A., Teaching introductory autonomous robotics with JavaScript simulations and actual robots, *Education, IEEE Transactions on*, vol.47, no.1, pp.74,82, Feb. 2004.

MCKEE, G.T., The development of Internet-based laboratory environments for teaching robotics and artificial intelligence, *Robotics and Automation, 2002. Proceedings. ICRA '02. IEEE International Conference on*, vol.3, no., pp.2695, 2700, 2002.

OLIVEIRA, A. M. C. A.; DOS SANTOS, S. C.; GARCIA, V. C., PBL in teaching computing: An overview of the last 15 years, *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE*, vol., no., pp. 267, 272, 23-26 Oct. 2013.

PANTIC, M.; ZWITSERLOOT, R.; GROOTJANS, R.-J., Teaching Introductory Artificial Intelligence Using a Simple Agent Framework, *Education, IEEE Transactions on*, vol.48, no.3, pp.382, 390, Aug. 2005.

RIBAUD, V.; SALIOU, P., The cost of problem-based learning: An example in information systems engineering, *Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2013 IEEE 26th Conference on*, vol., no., pp.259,263, 19-21 May 2013.

WEIDONG, Z.; HAIFENG, W.; ANHUA, W., Research-based teaching in artificial intelligence course, *Computer Science & Education, 2009. ICCSE '09. 4th International Conference on*, vol., no., pp.1756, 1759, 25-28 July 2009.

ESPOSITO, J. M.; BARTON, O.; Kohler J., iRobot – Matlab Toolbox for the iRobot Create. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/32698-matlab-toolbox-for-the-irobot-create-v2-0>> Acesso em: 23 mai. 2014.

PROBLEM-BASED LEARNING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEACHING

Abstract: *This paper aims to present a proposal for a problem-based learning (PBL) applied to the curricular component Artificial Intelligence. The proposal addresses problems associated with the field of mobile robotics, in which the student develops solutions in Artificial Intelligence to optimize the robot displacement in an unknown environment with obstacle avoidance. The proposal has been applied on three semesters (2012.1, 2013.1 and 2013.2) in the discipline of Applied Artificial Intelligence of the Computer Engineering Course of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). The details associated with the proposed PBL and the results obtained by surveys with students are presented aiming validation so that it can help other teachers in teaching similar disciplines.*

Key-words: *Problem-based learning, PBL, Artificial Intelligence, Mobile Robotics.*