

Análise da Aplicação dos Métodos PBL e Tradicional no Ensino de Inteligência Artificial

Fabiana C. Bertoni¹, Matheus G. Pires¹

¹Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Avenida Transnordestina, s/n - Novo Horizonte - CEP 44036-900 - Feira de Santana -
Bahia - Brazil

{fcbertoni,mgpires}@gmail.com

Abstract. *This work aims to report the experience of the Traditional and PBL methods application, in a collaborative way, in Artificial Intelligence teaching of Computer Engineering course from State University of Feira de Santana (UEFS), Bahia, presenting the benefits that were observed. The results demonstrate that the aim of maximizing learning was achieved through the theoretical knowledge acquisition and skills development, necessary for the engineer's life.*

Resumo. *Este trabalho tem por objetivo relatar a experiência da aplicação dos métodos Tradicional e PBL, de forma colaborativa, no ensino de Inteligência Artificial do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Bahia, evidenciando os benefícios que foram observados. Os resultados demonstram que o objetivo de potencializar o aprendizado foi alcançado, através da aquisição de conhecimentos teóricos e do desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à vida do engenheiro.*

1. Introdução

A educação superior tem por finalidade desenvolver o pensamento reflexivo, formar profissionais nas diferentes áreas de conhecimento, incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, divulgar os conhecimentos adquiridos, obter conhecimento dos problemas do mundo, dentre outros [Brasil, Lei nº 9.394/96]. Neste contexto, discute-se o método de ensino tradicionalmente utilizado nas universidades, o qual é fundamentado na transmissão e recepção de conhecimentos. Há um consenso de que essa metodologia, empregada como única estratégia de ensino, não mais promove a aprendizagem significativa de conhecimentos conceituais nem consegue encorajar o desenvolvimento de outros tipos de conhecimento, como os procedimentais e de atitudes, valorizados na vida profissional e social [Zabala 1998]. Como forma de conciliar a apresentação de um volume crescente de conhecimentos à necessidade de trabalhar habilidades e atitudes, tais como capacidade de aprendizagem independente e contínua e trabalho em grupo, já existem alternativas válidas ao ensino superior convencional, entre elas a Aprendizagem Baseada em Problemas ou Problem-Based Learning (PBL) [Ribeiro 2008]. Ambas as metodologias, Tradicional e PBL, possuem vantagens e desvantagens, sempre discutidas por educadores e estudantes. Buscando melhorar o ensino e aprendizagem dos alunos de um componente curricular optativo de

Inteligência Artificial (IA) do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), optou-se por aplicar as duas metodologias, de forma colaborativa, visando potencializar suas vantagens. Este trabalho, então, descreve a experiência dos professores e alunos envolvidos em tal componente, avaliando quanto os métodos foram eficientes para alcançar os objetivos de aprendizagem e desenvolver as habilidades pretendidas.

Não são muitos os relatos de experiência da aplicação de diferentes metodologias no ensino de IA, apesar desta matéria estar em destaque nos cenários científico e tecnológico atuais, sendo empregada no desenvolvimento de soluções para as mais diversas áreas do conhecimento. O trabalho de [Fernandes 2016] apresenta uma proposta para ensino de IA utilizando a metodologia PBL, com o uso de robótica móvel como ferramenta. A proposta foi aplicada no curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os resultados foram coletados por meio de questionário, e a receptividade e avaliação por parte dos estudantes foi bastante positiva. Já o trabalho de [Sintov et al. 2017] utiliza uma abordagem orientada a problemas e projetos para ensino de IA a estudantes de graduação e de nível médio e para profissionais de segurança. Jogos foram utilizados como ferramenta de suporte para aplicação das soluções desenvolvidas. Os estudantes e profissionais relataram um aumento de seu interesse por Inteligência Artificial e classificaram a experiência como positiva. Estas avaliações mostram que a metodologia foi eficaz e que pode ser aplicada para diferentes públicos, dada a variabilidade dos indivíduos envolvidos.

Este artigo está organizado como segue. Na seção 2, são descritas as metodologias de ensino utilizadas neste trabalho. A seção 3 apresenta o componente curricular Inteligência Artificial Não-Simbólica, do curso de Engenharia de Computação da UEFS. A seção 4 trata da metodologia de aplicação dos métodos Tradicional e PBL no ensino de IA. Na seção 5 são mostrados os resultados e realizadas as discussões. A seção 6 apresenta as conclusões, e a seção 7 as referências bibliográficas utilizadas.

2. Metodologias de Ensino

As metodologias de ensino são práticas pedagógicas operacionalizadas por meio de um conjunto de atividades escolares, propostas pelos professores, com vistas a alcançar a aprendizagem de determinados conhecimentos, valores e comportamentos [Traversini and Buaes 2009]. Os professores devem, dentre as metodologias disponíveis, identificar qual irá contribuir no processo de ensino-aprendizagem e qual é a mais coerente para utilizar, conforme a disciplina. Neste trabalho, apresentaremos apenas as metodologias utilizadas no estudo, a saber, Tradicional e Aprendizagem Baseada em Problemas.

2.1 Metodologia de Ensino Tradicional

Essa abordagem de ensino se baseia em um tipo de ensino padrão, que procura uniformizar os estudantes e seu aprendizado, considerando que as habilidades e competências de todos precisam ser as mesmas. É um dos métodos mais utilizados em cursos de graduação no Brasil, com o professor sendo o sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem, repassando seu conhecimento aos alunos, normalmente por meio de aulas teóricas. Assim, em disciplinas que utilizam somente o método Tradicional, as aulas são centradas no professor, que define quais serão os conteúdos repassados aos

alunos, assim como a organização de como será efetuado o processo de ensino-aprendizagem [Santos 2011].

No método tradicional, tem-se como vantagem o fato do professor possuir um maior controle das aulas e dos conteúdos [Pinho et al. 2010]. Porém, também possui desvantagens, pois se torna difícil para o professor explicar a prática por meio de aulas expositivas, assim como para o aluno se torna difícil pensar na aplicabilidade da teoria exposta [Weintraub et al. 2011]. Outra desvantagem deste método, segundo [Haddad et al. 1993], é que na maioria das vezes, ele impede a iniciativa, a criatividade, a auto-responsabilidade e a auto-direção, uma vez que o aluno é um sujeito passivo no processo de aprendizagem.

2.2 Método PBL

A metodologia PBL consiste numa abordagem de aprendizado ativo, centrado no problema e no aluno, que estimula a criatividade e o pensamento independente. Essa metodologia fornece um ambiente adequado para a prática de habilidades sociais, para a busca de informação e para o desenvolvimento da capacidade de identificar, definir e resolver problemas. Os alunos são introduzidos aos temas de estudo por meio de problemas práticos, trabalhando de forma independente, individualmente ou em grupos, para se chegar a soluções adequadas. Dessa forma, eles podem se familiarizar com a teoria e compreender, simultaneamente, a sua aplicação.

No PBL, o trabalho de um grupo é guiado por sessões tutoriais, tendo o professor somente como um facilitador. Nas sessões tutoriais, os estudantes devem identificar e avaliar o problema a ser resolvido a partir de uma dada situação, realizar um *brainstorming* para ativar o conhecimento prévio dos membros do grupo sobre o assunto, sistematizar as ideias, especificar informações adicionais que podem ser úteis para resolver o problema, e definir as metas para a próxima sessão. Em cada novo encontro, o grupo deve avaliar se os objetivos propostos foram alcançados, discutir o problema mais uma vez, compartilhar com os outros membros do grupo os resultados obtidos, e definir novas metas, até que uma possível solução seja encontrada. Essas etapas do método PBL são baseadas no modelo de Maastricht [Cline and Powers 1997].

3. Componente Curricular de Inteligência Artificial Não-Simbólica

A Inteligência Artificial Não-Simbólica compreende a teoria e a aplicação de métodos computacionais inspirados em fenômenos naturais, conhecidos como métodos de Inteligência Computacional, os quais incluem: redes neurais artificiais, sistemas *fuzzy* e algoritmos genéticos. Esses métodos têm sido aplicados com sucesso em diversas áreas da engenharia e tecnologia, resolvendo problemas difíceis para métodos convencionais ou mesmo sem solução. Sistemas computacionais desenvolvidos a partir dessas metodologias são tipicamente sistemas de apoio à decisão, classificação, reconhecimento de padrões, otimização, previsão, controle e automação.

O componente curricular Inteligência Artificial Não-Simbólica, do curso de Engenharia de Computação da UEFS, é de natureza optativa, possui carga horária de 60 horas, ocorrendo normalmente em duas aulas de duas horas por semana. Sua ementa compreende fundamentos de redes neurais artificiais, suas formas de aprendizado, e seus diferentes modelos, fundamentos de sistemas *fuzzy*, com teoria de conjuntos *fuzzy* e

métodos de inferência, e algoritmos genéticos. O objetivo, ao final do componente, é que o aluno seja capaz de resolver problemas modelando soluções através de métodos da Inteligência Computacional.

4. Aplicação dos Métodos Tradicional e PBL no Ensino de IA

Para aplicação dos métodos de ensino em questão, o componente curricular Inteligência Artificial Não-Simbólica teve seu conteúdo programático dividido em três unidades:

Unidade 1 - Redes Neurais Artificiais

1. Conceitos Fundamentais e Histórico das Redes Neurais Artificiais
2. Aplicações de Redes Neurais Artificiais
3. Arquiteturas e Tipos de Treinamento
4. Algoritmos de Aprendizagem
5. Redes Perceptron e Adaline
6. Rede Perceptron de Múltiplas Camadas (PMC): Algoritmo da Retropropagação
7. Redes Recorrentes: Rede de Hopfield
8. Redes Neurais com Aprendizado Auto-Organizado: Redes de Kohonen

Unidade 2: Sistemas *Fuzzy*

1. Lógica Tradicional *versus* Lógica *Fuzzy*
2. Princípios de Conjuntos *Fuzzy*, Propriedades, Características e Formatos dos Conjuntos *Fuzzy*
3. Operações Lógicas em Conjuntos *Fuzzy*
4. Operações de Agregação
5. Relações *Fuzzy* e Composição de Relações *Fuzzy*
6. Fuzzificação e Defuzzificação
7. Sistemas de Inferência *Fuzzy*

Unidade 3: Algoritmos Genéticos

1. Princípios Fundamentais
2. Representação Genética
3. Criação da População Inicial e Avaliação de sua Aptidão
4. Métodos de Seleção Genética
5. Operadores Genéticos
6. Exploração e Prospecção
7. Critérios de Parada
8. Definição de Parâmetros

Para a primeira unidade, que aborda a temática de redes neurais artificiais, os professores optaram pela metodologia de ensino tradicional, realizando aulas expositivas sobre cada assunto, seguidas de trabalhos práticos de implementação dos três diferentes modelos de redes neurais propostos. Como exemplo, considerando o assunto Rede Perceptron de Múltiplas Camadas, após duas aulas teóricas explicando o modelo de funcionamento e aprendizagem, mais duas aulas foram realizadas em laboratório, sendo que a primeira se dedicou à apresentação do exercício a ser resolvido e das ferramentas disponíveis para auxiliar na solução, e a segunda foi utilizada como consultoria para o desenvolvimento da solução já em andamento.

No caso da segunda unidade, os professores optaram por mesclar as metodologias Tradicional e PBL, ensinando toda a parte de teoria de conjuntos *fuzzy* através de aulas expositivas e resolução de exercícios, e desenvolvendo através do método PBL o aprendizado sobre sistemas *fuzzy*. Para isto, foi proposto um problema em que se solicitava aos alunos o desenvolvimento de um simulador de robô móvel, guiado por um sistema de controle *fuzzy*. Este simulador visava fornecer uma ferramenta gráfica computacional que auxiliasse o projeto e a análise de controle do robô móvel. A interface disponibilizada pelo simulador foi mapeada por um grid e permitia posicionar o robô e obstáculos em qualquer posição do grid, para cada situação que se desejasse simular. Os alunos tiveram um mês para desenvolver o simulador, considerando duas sessões tutoriais por semana, sendo realizada consultoria ao tutor em uma dessas sessões.

Por fim, na terceira unidade, foi utilizada apenas a metodologia PBL, considerando 5 sessões tutoriais. Apenas a primeira aula foi expositiva, para situar os estudantes nos princípios fundamentais dos algoritmos genéticos. Um único problema foi apresentado aos estudantes, com a proposta de desenvolvimento de um algoritmo genético para a resolução do problema de planejamento de rotas para robôs móveis autônomos, considerando que o trajeto que o robô iria percorrer, de uma origem até um destino, deveria ser um trajeto ótimo (o menor caminho dentre os disponíveis). Alguns testes de validação e otimização do algoritmo foram solicitados, variando parâmetros e imprimindo os gráficos correspondentes aos processos de convergência.

É importante destacar que as motivações para a aplicação das metodologias no ensino dos assuntos propostos foram adquiridas de experiências anteriores, com base no depoimento dos alunos, executando o componente integralmente no método Tradicional e integralmente no método PBL. Integralmente na forma Tradicional, os estudantes afirmaram ser um curso monótono, que poderia ser melhorado com a proposição de desafios a serem desenvolvidos. Aplicando o método PBL durante todo o curso, também ocorreu insatisfação por parte dos estudantes, demonstrada através de falas que expressavam dificuldades em compreender, por exemplo, determinados assuntos relacionados às redes neurais, em função de sua carga matemática e da demonstração de teoremas.

Para cada problema apresentado nas unidades 2 e 3, foram definidos um tema, os objetivos de aprendizagem, uma descrição, um cronograma das sessões tutoriais, bem como os prazos para a entrega da solução, especificação do produto a ser entregue e um detalhamento dos recursos de aprendizagem. A cada sessão, um aluno assumiu o papel de coordenador do grupo, que orientava e estimulava a discussão, e dois alunos exerceram a função de secretários de quadro e de mesa, responsáveis por registrar as discussões, na lousa e em papel, compartilhando as anotações com os demais membros posteriormente. O professor tutor realizava um acompanhamento periódico das atividades nas sessões tutoriais, orientando os alunos e observando o comportamento e o desempenho das funções assumidas por cada um dos alunos. O papel do tutor foi de incentivar os alunos a alcançar os objetivos de aprendizagem esperados, sem interferir no processo de resolução do problema. No entanto, caso os alunos se desviassem demasiadamente dos objetivos de aprendizagem, o tutor limitava a iniciativa dos estudantes e sugeria outras estratégias de solução, com descrito em [Martí et al. 2006].

Em suma, o tutor serviu como um facilitador do processo de aprendizagem e não como uma fonte primária de conhecimento.

O processo de avaliação no componente curricular foi dividido entre as unidades. Na unidade 1, como o método utilizado foi o Tradicional, a nota foi obtida da consolidação de uma prova teórica e das notas de três exercícios práticos de implementação. No caso da unidade 2, a avaliação ocorreu por meio de uma lista de exercícios e de um produto, resultante do problema aplicado por meio do método PBL. Já na unidade 3, a nota foi obtida a partir do produto entregue pelos estudantes, sobre o tema de algoritmos genéticos.

Para avaliação dos produtos solicitados nas unidades 2 e 3 por meio da aplicação do método PBL, foram consideradas duas etapas: (1) avaliação dos produtos elaborados a partir dos problemas; e (2) avaliação de desempenho durante as sessões tutoriais. Na etapa 1, são considerados como produto o programa desenvolvido e um relatório. Os critérios para avaliação do programa foram a qualidade do código-fonte, a qualidade da solução proposta, a aplicação de conceitos e ferramentas para cumprimento dos objetivos de aprendizagem e a validação da solução através da realização de testes. Para os relatórios, os critérios incluíram a fundamentação teórica, a descrição da metodologia da solução, a apresentação dos resultados e a avaliação destes. A avaliação de desempenho, na etapa 2, foi realizada a cada sessão tutorial e reflete a participação, o envolvimento, o comprometimento nos encontros do grupo tutorial, as contribuições trazidas, o cumprimento de metas definidas em cada encontro, entre outras habilidades relacionadas à dinâmica em grupo. A nota final no componente foi resultante da média aritmética das notas das três unidades.

5. Resultados e Discussões

Para atender ao objetivo do presente estudo, optou-se pelo uso do questionário, pois é uma forma de obter os dados referentes às variáveis e situações que se deseja investigar [Vergara 2009]. O questionário foi aplicado a um total de 14 alunos, quantidade que representou 90% da turma, onde os estudantes expuseram sua opinião sobre as metodologias utilizadas pelos professores e responderam perguntas específicas sobre o aprendizado do conteúdo estudado durante o componente.

O questionário utilizado foi composto por 15 questões, sendo 14 objetivas e uma dissertativa, as quais buscavam avaliar: o quanto os alunos aprenderam com as aulas teóricas e de laboratório (questão 1), quanto aprenderam nas sessões tutoriais (questão 2) e na busca de conhecimento extraclasse (questão 3), quanto do aprendizado dependeu dos alunos (questão 4), quais estratégias foram usadas para atingir os objetivos de aprendizagem propostos nos problemas (questão 5), se a aplicação do método Tradicional em parte do componente foi efetivo para o aprendizado (questão 6), se o componente tivesse sido todo desenvolvido com o método PBL, o aprendizado teria sido maior (questão 7), se o esforço dispensado foi compensador, considerando os conteúdos e habilidades adquiridas (questão 8), se o esforço dispensado com o método PBL é maior que o empregado no método Tradicional (questão 9), como o estudante avalia a motivação gerada pelos exercícios práticos e problemas apresentados (questão 10), atribuição de uma nota de 0 a 10 ao componente, considerando as habilidades e conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado (questão 11), como o estudante avalia os

professores (questão 12), como o estudante considera que aprendeu redes neurais artificiais (questão 13), como o estudante considera que aprendeu sistemas *fuzzy* (questão 14), e, por fim, como o estudante considera que aprendeu algoritmos genéticos (questão 15).

A seguir são apresentados os resultados com base nas respostas dos alunos para cada questão. A Figura 1 mostra os resultados associados aos mecanismos de aprendizagem (aulas expositivas, sessões tutoriais e atividades extraclasse).

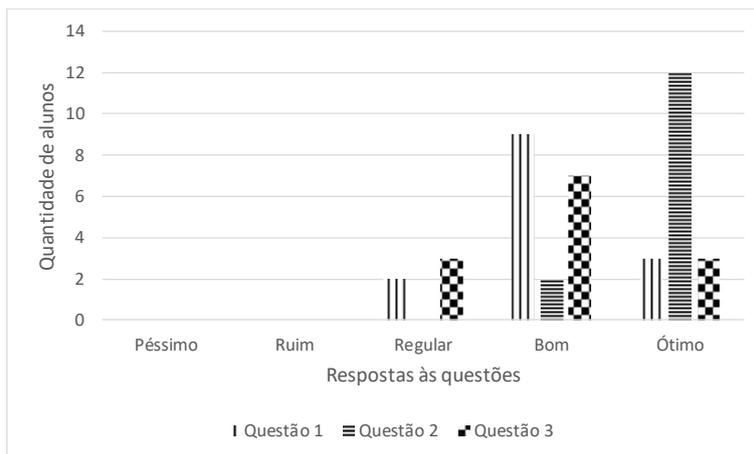


Figura 1. Respostas das questões 1, 2 e 3.

Para a questão 1, a maioria dos alunos respondeu Bom, o que pode significar que a metodologia Tradicional, com aulas expositivas e atividades de laboratório, se mostrou eficiente para que os alunos conseguissem adquirir conhecimento teórico sobre os assuntos abordados. Para o caso da questão 2, a maioria dos alunos respondeu Ótimo, podendo-se inferir que eles consideram importante a discussão do problema e o estudo em grupo, onde a disparidade de conhecimento elucida o assunto para alguns e aumenta o conhecimento de outros sobre o tema do problema. Por fim, na questão 3, a maioria dos alunos respondeu Bom, mostrando que o aluno consegue buscar conhecimento individualmente, por conta própria, através dos recursos disponíveis.

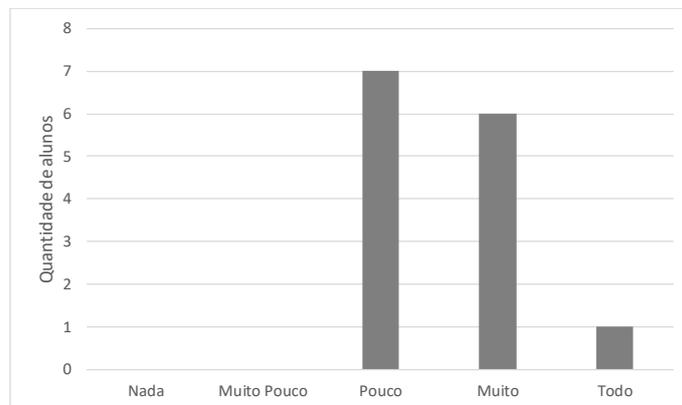


Figura 2. Resposta da questão 4.

Na questão 4, conforme apresentado na Figura 2, é possível avaliar o quanto os alunos foram capazes de construir seu próprio conhecimento. As respostas dos alunos se concentraram em Muito e Pouco, o que pode demonstrar que alguns estão

desenvolvendo sua capacidade de buscar conhecimento e aprender a aprender, dados os recursos disponíveis, enquanto outros esperam que o grupo ou o professor forneça o conhecimento.

A questão 5 avalia quais os recursos de aprendizagem mais utilizados pelos alunos durante o componente. As respostas se concentraram em Internet e Estudo Individual, o que pode significar a necessidade de melhoria do acesso à Internet no campus e de criação de salas de estudos individuais e de grupo. A Figura 3 ilustra as respostas dadas pelos alunos nesta questão.

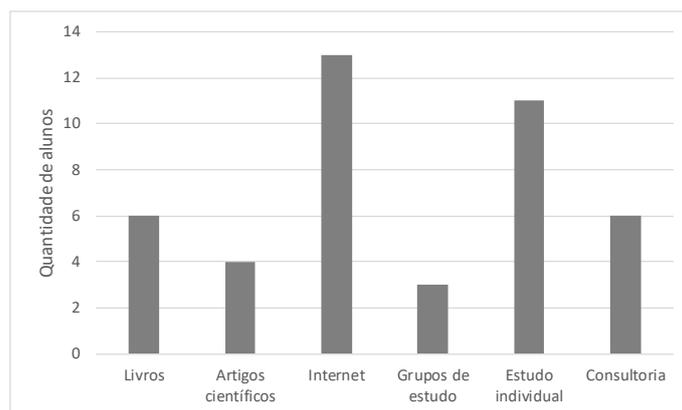


Figura 3. Resposta da questão 5.

A aplicação do método Tradicional em parte deste componente é analisada na questão 6. Uma maioria Acredita totalmente (9 alunos) e outra Acredita parcialmente (5 alunos) que o uso da metodologia Tradicional foi efetivo para o aprendizado. Ninguém respondeu que o método não foi efetivo para o direcionamento, absorção e fixação do conhecimento, o que permite concluir que o método Tradicional foi eficaz para o ensino e aprendizagem do conteúdo em que foi aplicado. A questão 7 avalia se o aluno acredita que teria aprendido mais se o componente fosse todo ministrado com o método PBL. A maioria (9 alunos) não acredita, e o restante (5 alunos), acredita parcialmente. Com isso, é possível inferir que a associação entre as metodologias foi interessante do ponto de vista do aluno, onde cada uma foi aplicada nos conteúdos considerados mais adequados para elas.

A análise do esforço dispensado ser compensador, dadas as habilidades e conteúdos adquiridos, é realizada na questão 8. A maioria dos alunos (11) respondeu que acredita que o esforço foi muito compensador, o que mostra que a associação dos métodos, mesmo com a grande quantidade de trabalhos e avaliações, se mostrou eficiente para o processo de aprendizagem e satisfaz os anseios dos alunos para com o componente. Na questão 9, os alunos, em sua maioria (9 alunos), responderam que o esforço dispensado com o método PBL é Maior e Muito maior que o empregado no método tradicional. Isso já era esperado, dado que neste método o estudante deve buscar seu aprendizado, tendo o professor apenas como um facilitador. A questão 10 avalia a motivação com os exercícios práticos e problemas apresentados durante o componente. Dez alunos responderam que a motivação foi Ótima, o que atesta a capacidade destas atividades de impulsionar os alunos na busca pela solução, e consequente aquisição de conhecimento.

A única questão subjetiva, a de número 11, solicita aos alunos que atribuam uma nota de 0 a 10 para o componente, relacionando o conhecimento e as habilidades adquiridos com a metodologia empregada. Doze dos quatorze alunos deram notas 9 e 10, e apenas dois deram nota em torno de 7, resultando em uma nota média de 9,2. Esta média demonstra que os alunos ficaram satisfeitos com os resultados conquistados por eles na aprendizagem de inteligência artificial e também avalia como positiva a aplicação das metodologias de forma colaborativa.

A questão 12 avalia a atuação dos professores. Onze alunos avaliaram os professores como Ótimos e 3 alunos como Bons, apontando principalmente o esforço dedicado na preparação das aulas e elaboração das atividades e a disponibilidade para atendimento extraclasse. Por fim, as questões 13, 14 e 15 avaliam o aprendizado dos assuntos das unidades 1, 2 e 3, respectivamente. A Figura 4 apresenta essas avaliações.

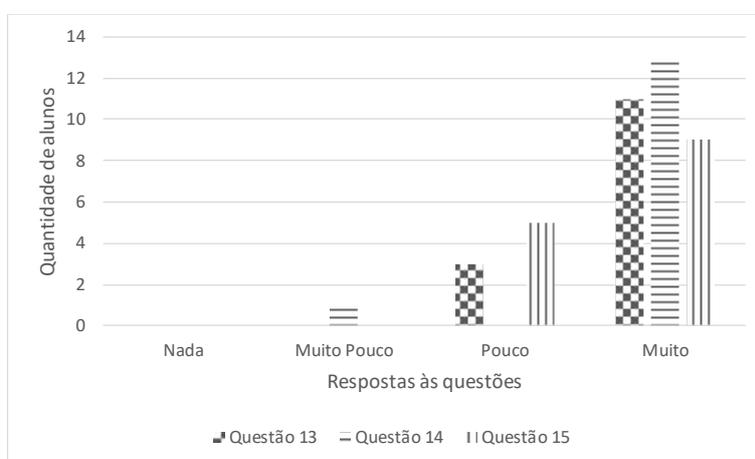


Figura 4. Respostas das questões 13 a 15.

A maioria dos alunos afirma ter aprendido muito sobre os três grandes temas abordados, o que novamente mostra que as metodologias utilizadas em cada unidade foram adequadas para alcançar os objetivos de aprendizagem pretendidos.

6. Conclusões

Este trabalho reuniu experiências de alunos sobre a utilização dos métodos PBL e Tradicional no componente curricular optativo de Inteligência Artificial Não-Simbólica do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e objetivou avaliar a aplicação destes métodos de forma colaborativa para potencializar o aprendizado, aproveitando as vantagens de cada um. Três grandes temas foram abordados: redes neurais artificiais, sistemas *fuzzy* e algoritmos genéticos.

Os resultados demonstram que ambas as metodologias, Tradicional e PBL, foram aplicadas de forma adequada aos temas, dados os resultados alcançados, medidos através do aprendizado adquirido, das competências conquistadas e da satisfação dos estudantes ao final do componente. Este trabalho serve como um estudo preliminar para educadores da área de IA que desejam, assim com os autores deste trabalho, melhorar a aprendizagem de seus estudantes, aumentando o conhecimento teórico adquirido (uma vantagem do método Tradicional) e desenvolvendo habilidades como expressão oral,

aprendizado autônomo, colaboração e trabalho em grupo, além de criar uma ponte entre a teoria e a prática, tidas como as grandes vantagens do método PBL.

7. Referências

- Brasil. Lei nº 9.394 (1996). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em 27 de fevereiro de 2019.
- Cline, M. and Powers, G. J. (1997). “Problem based learning via open ended projects in Carnegie Mellon University’s chemical engineering undergraduate laboratory”, In: 27th Annu. Frontiers in Education (fie) Conference. Proceedings of 27th Annu. Frontiers in Education (FIE) Conf., v. 1, p. 350–354.
- Fernandes, Marcelo. (2016). Problem-based learning applied to the artificial intelligence course. *Computer Applications in Engineering Education*. 24(3), p. 388-399.
- Haddad, M. do C. L., Vannuchi, M. T. O., Takahashi, O. C., Hirazawa, S. A., Rodrigues, I. G., Cordeiro, B. R. and Carmo, H. M. do. (1993). Enfermagem médico-cirúrgica: uma nova abordagem de ensino e sua avaliação pelo aluno. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p. 97-112.
- Martí, E., Gil, D. and Juliá, C. (2006). A PBL experience in the teaching of computer graphics. *Computer Graphics*, v. 25, n. 1, p. 95-113.
- Pinho, S. T. de, Alves, D. M., Greco, P. J. and Schild, J. F. G. (2010). Método situacional e sua influência no conhecimento tático processual de escolares. *Revista de Educação Física*, Rio Claro. v. 16, n. 3, p. 580-590.
- Ribeiro, L. R. C. (2008). *Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma experiência no ensino superior*. São Carlos: EdUFSCar.
- Santos, W. S. dos. (2011). Organização Curricular Baseada em Competência na Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*. Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 86-92.
- Sintov, N., Kar, D., Nguyen, T., Fang, F., Hoffman, K., Lyet, A. and Tambe, M. (2017). Keeping it Real: Using Real-World Problems to Teach AI to Diverse Audiences. *AI Magazine*, 38(2), p. 35-47.
- Traversini, C. S. and Buaes, C. S. (2009). Como discursos dominantes nos espaços da educação atravessam práticas docentes? *Revista Portuguesa de Educação*, Braga, v. 22, n. 2, p. 141-158.
- Vergara, S. C. (2009). *Métodos de coleta de dados no campo*. Editora: Atlas. São Paulo.
- Weintraub, M., Hawlitschek, P. and João, S. M. A. (2011). Jogo educacional sobre avaliação em fisioterapia: uma nova abordagem acadêmica. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo. v. 18, n. 3, p. 280-286.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed.