AMBIENTE VIRTUAL PARA SIMULAÇÃO DE TRAJETÓRIAS E ENSINO DE ROBÓTICA MÓVEL UTILIZANDO CHATBOT

Virtual Environment for Simulation of Trajectories and Teaching Mobile Robotics using Chatbot

MENDELECK, André
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO: Neste artigo é apresentado um ambiente virtual para o ensino e desenvolvimento de aplicações em robótica móvel utilizando chatbots, programação opensource em linguagem C#, sistemas especialistas e inteligência artificial. O ambiente incorpora cenários gráficos com mono ou múltiplos robôs móveis interagindo com obstáculos fixos e móveis em contexto desestruturado com interface homem-máquina/computador em língua portuguesa livre de contexto, permitindo a simulação e implementação de estratégias de navegação, desvios de obstáculos, interação entre robôs móveis, elementos de robótica colaborativa e auto-aprendizagem de máquina.

Palavras-chave: robótica móvel, simulador, ferramenta de ensino-aprendizagem, inteligência artificial, linguagem natural, chatbot.

Abstract: This article presents a virtual environment for the teaching and development of applications in mobile robotics using chatbots, opensource programming in C # language, expert systems and artificial intelligence. The environment incorporates graphic scenarios with mono or multiple mobile robots interacting with fixed and mobile obstacles in a context unstructured with a man-machine / computer interface in Portuguese language free of context, allowing the simulation and implementation of navigation strategies, obstacles deviations, interaction between mobile robots, collaborative robotic elements and machine self-learning.

Keywords: mobile robotics, simulator, teaching-learning tool, artificial intelligence, natural language, chatbot.

INTRODUÇÃO

A geração de movimentos para robôs móveis em ambientes desestruturados solicita a integração de vários elementos de hardware e software que interagem, com dinâmicas próprias, através de complexos algoritmos para fusão de dados, síntese de informações, análise de possibilidades e tomadas de decisões, em contexto não determinístico e não preditivo (BARRERA,2010), assim, conduzir um robô de um ponto inicial até o seu destino, pode envolver a execução de operações complexas e não determinísticas (LEE e CHWA, 2018).

A implementação direta de estratégias para o controle de movimentos em robôs móveis físicos, mesmo em escala reduzida ou em protótipos, geralmente, é antecedida por simulações computacionais que permitem a análise e validações das propostas, antecipando questões problemas minimizando acidentes ao robô e aos elementos constituintes do ambiente de navegação.

Nas áreas de pesquisa em engenharia, desenvolvimento de produtos e equipamentos, e ensino-aprendizagem (FABREGAS, FARIAS, CANTO, GUINALDO, SANCHEZ e BENCOMO, 2016), a utilização de ferramentas de software e ambientes virtuais para simulação, proporcionam cenários potencializadores para experimentações e para a aprendizagem significativa, pois, pode-se formular propostas de soluções, experimentá-las no simulador, efetuar análises e validações, e então, embarcá-las no hardware, minimizando a ocorrência de acidentes, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento.

Em robótica móvel, os simuladores são muito utilizados para a modelagem, análise e validação de estratégias de navegação. Existe um número muito grande de simuladores, comerciais ou *opensource*, que estão disponíveis para utilização em ambientes empresariais, industriais, acadêmicos, pesquisa e ensino-aprendizagem (RODRIGUEZ, GUZMAN, BERENGUEL e DORMIDO, 2016), por exemplo, os simuladores: Webots, ROBOCODE, MRDS e GAZEBO, pois, incorporam características estruturais e funcionais singulares e específicas que utilizaremos como diretrizes para as implementações (BARRERA,2010) (HOLLAND, 2004): ambiente gráfico, ambiente para modelagem, sensoriamento e programação aberta (*opensource*).

ESTRUTURA DO CHATBOT

O chatbot desenvolvido é uma aplicação de software que proporciona uma interface amigável, para a interação homem-máquinas, utilizando linguagem textual (THORNE, 2017) . O fluxo estrutural funcional inicia com uma frase, ou um comando, ou uma solicitação de informação, ou uma mensagem digitada pelo usuário, que é decodificada, interpretada e um conjunto de ações são geradas, permitindo, por exemplo, o acionamento de um equipamento, ou o envio de alguma informação (INDURKHYA, 2010).

O processamento da frase, monoverbal, começa com a separação das palavras, formando um conjunto de tokens que são processados por um analisador léxico, sendo validados com as informações armazenadas em um dicionário. Os tokens válidos são sequenciados, formando uma assinatura léxica para a frase, e os tokens não encontrados no dicionário são separados para posterior processamento, permitindo a aprendizagem de novas palavras.

A assinatura léxica passa pelo analisador sintático que valida a sequência dos tokens com o conjunto de regras gramaticais definidas no chatbot, gerando uma assinatura sintática. A próxima etapa consiste em identificar o significado da frase. O analisador semântico efetua o processamento lógico, a partir das assinaturas léxica e sintática, apontando relações semânticas entre a frase e a base de conhecimentos do chatbot (INDURKHYA, 2010). Os elementos da base são avaliados e um percentual de significância é atribuído, sendo selecionada aquela que apresentar o maior valor. O percentual de significância é calculado em função da ação definida pelo verbo da frase e pelas palavras que completam as assinaturas. Selecionada a regra semântica válida, ou ativada, inicia-se o processamento da análise pragmática que gera a sequência de comandos para a execução dos movimentos pelo robô ou fornece a informação solicitada. Cada movimento passa por uma fase de recodificação gerando códigos para execução pela CPU embarcada no robô.

O dicionário é composto por um conjunto de palavras, previamente definidas, e que estão correlacionadas à ações passiveis de execução pelo robô ou que possibilitam a gestão de informações, estando diretamente vinculada às regras semânticas.

As regras gramaticais definem as sequências válidas entre as palavras formando estruturas que permitem a extração de significância e a associação possíveis estados executórios incorporados pelo conjunto software-hardware.



FIGURA 1. Layout da estrutura de processamentos do chatbot

O conjunto de regras semânticas contém as correlações entre verbos, diretivas passíveis de interpretação e atribuição de significados. Uma frase pode ativar (selecionar) múltiplas regras, que participam de competições algoritmizadas e a que obtiver maior pontuação é selecionada. A atribuição de pontuações para as regras está baseada no método da entropia ou energia. As assinaturas léxicas e sintáticas, os verbos e os tokens válidos ponderam cada uma das regras semânticas em função da sua pertinência funcional, lógica e estrutural (INDURKHYA, 2010). Por exemplo, para a frase: "ROBÔ, POR FAVOR, GIRAR PARA A DIREITA" produz ponderação com regras semânticas relacionadas à ação de "GIRAR", e aos tokens "ROBÔ" e "DIREITA", mas vários outros fatores são considerados na pontuação, como os valores fornecidos pelos sensores que indicam a possibilidade de colisão.

Na figura 2 pode-se observar o processamento da frase e o movimento efetuado pelo robô girando para a direita. A frase é composta por 7 palavras, que geraram 7 tokens válidos, ou seja, pertencentes ao dicionário. A análise sintática selecionou a seguinte assinatura sintática como válida: "SUBSTANTIVO+VERBO+SUBSTANTIVO", em função da assinatura léxica: "ROBO"+"GIRAR"+"DIREITA". O analisador semântico, com 70% de aceite de significância, ou seja, participam da seleção semântica, todas as regras que apresentarem, pelo menos 70% de entropia (ou pertinência), gerando a ação de girar para a direita (MANNING, 1999).

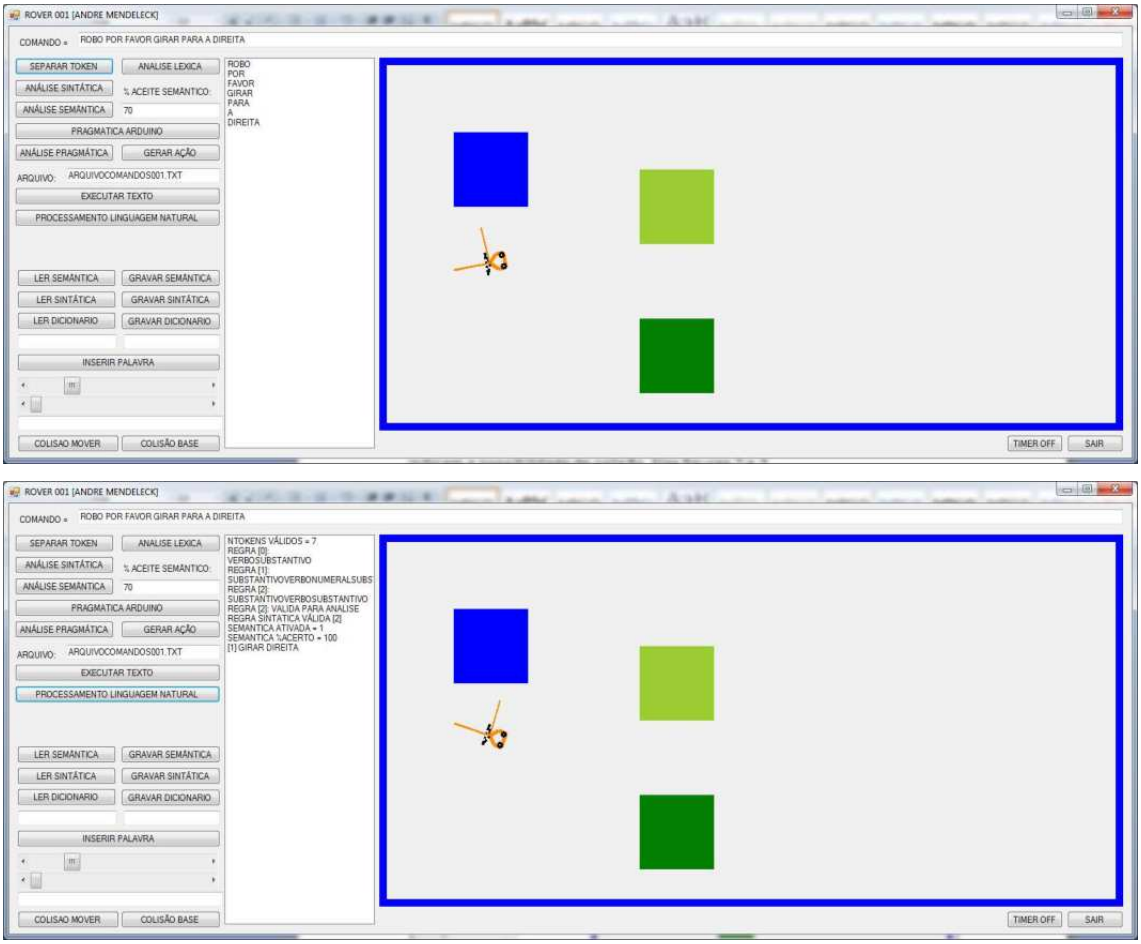

Figura 2. Processamento da frase: "ROBÔ POR FAVOR GIRAR PARA A DIREITA"

APRENDIZAGEM

A aprendizagem é uma questão amplamente discutida nas áreas relacionadas à psicologia, pedagogia, neurociências, psiquiatria, medicina e recentemente (principalmente a partir da segunda metade do século XX), por profissionais da engenharia da computação, em especial, aos vinculados ao desenvolvimento de sistemas que incorporam algum tipo de inteligência artificial (INDURKHYA, 2010). Pesquisadores humanistas propõe teorias e conceitos para qualificar a aprendizagem, permeando modelos conexionistas, construtivistas, cognitivista, interacionistas, sócio interacionistas, psicogênicos, significativos, entre outros. Trata-se de abordagens diferentes, complementares e/ou excludentes, para conjecturar sobre como se processa a aquisição de conhecimentos, comportamentos, competências, habilidades e valores. A diversidade teórica é decorrente do processo metodológico utilizando, centrado

principalmente, nas observações dos resultados aparentes manifestados, e pouco na estrutura que os desencadearam.

> *"Em resumo, teorias de aprendizagem são construções humanas e representam nossos melhores esforços, numa dada época, para interpretar, de maneira sistemática, a área do conhecimento que chamamos de aprendizagem*" (MOREIRA, 1999, pág. 20).

A aprendizagem ocorre como manifestação dos processamentos neuronais (e sem estes não ocorre aprendizagem) modulados pela interação com o meio ambiente e pelos estímulos internos do próprio sistema (MACHADO, 1998) (DIAZ, 2011). Definir uma teoria ou um modelo único, unificador, solicita a compreensão funcional e operacional das estruturas neuronais biológicas, o que ainda não é possível com as tecnologias disponíveis. A capacidade de aprender não é exclusiva de humanos, outros seres também as tem, e os sistemas computacionais também podem incorporá-la. Os sistemas computacionais permitem a modelagem e implementação de variados tipos de estruturas, construindo abstrações para as manifestações de aprendizagem, no contexto de ter a capacidade para adquirir conhecimentos e torná-los efetivos funcionalmente.

A implementação de um chatbot, pressupõe a agregação da capacidade de "aprendizagem", desencadeada pelas interações com os usuários, com o meio operacional específico, e modulada pelas estruturas do software e do hardware (INDURKHYA, 2010). A possibilidade de "aprender" amplia o escopo de aplicabilidades dos sistemas, estendendo a sua abrangência. A resposta funcional do chatbot é reflexo das suas estruturas internas, da sua base de dados e conhecimentos, e da capacidade de processamento, contudo, os tokens não identificados na análise léxica, ou a não seleção de uma regra semântica válida, ou a seleção de uma semântica inválida, ou se esta não produzir a ação desejada ou a informação correta, ou a necessidade de incorporação de novas habilidades ou de novas informações, podem (ou devem) ativar os núcleos de aprendizagem, potencializando a dinâmica e "vivacidade" da plataforma.

No sistema desenvolvido, conceitua-se a aprendizagem como a capacidade adquirir novas ações a partir de primitivas associadas ao hardware,

a capacidade do sistema adquirir novas informações e de usá-las para interação com o meio. Correlacionando com o modelo proposto por Bloom, o chatbot desenvolvido tem a capacidade de "relembrar", "entender" e "aplicar", ou seja, está no nível terceiro nível em seis. As metodologias propostas para a efetuação da aprendizagem, e que esta seja significativa para a plataforma, deve refletir a sua capacidade de processamento. O processo de aprendizagem pode ocorrer de duas formas:

- Aquisição de novas competências e habilidades através da adição de elementos de funcionais em hardware. Neste caso, melhorias ampliam as habilidades motoras, que devem ser verbalizadas através de novas regras semânticas e o estabelecimento dos respectivos vínculos com as primitivas funcionais agregadas. O processo de aprendizagem consiste na solicitação de operacionalidades através de frases e a sua validação através de regras semânticas. O processador semântico cria novos vínculos significativos entre os tokens da frase e as primitivas funcionais, atualizando o dicionário e as regras semânticas, incorporando novas competências, habilidades e saberes. A aprendizagem ocorre por exemplos fornecidos aos sistemas.



FIGURA 3. Layout da aprendizagem por exemplo.

- Aquisição de informações ocorre através de textos que são disponibilizados aos sistemas, da capacidade de processamento destas informações e da interação com o ambiente. Os textos devem ser estruturados com assertivas diretas e afirmativas, não negativas. A interação entre os sistemas ocorre através de uma máquina de inferência que efetua buscas correlacionadas entre a solicitação de

> informações, a partir da frase, e os novos textos, produzindo novas regras semânticas. A aprendizagem também ocorre através da aplicação de metodologias, onde o chatbot participa, como um "aluno", de atividades com os pares (alunos ou outros chatbots), para validação dos significados. Implementamos a metodologia de avaliação em pares, onde uma questão, relacionada ao texto em análise, é apresentada para o chatbot e para os alunos. Cada qual deve optar pela melhor resposta de 5 opções. A resposta com maior pontuação é analisada pelo "professor" ou "tutor" que destaca algumas palavras que devem ser analisadas para a formulação das respostas, todos os participantes realizam nova avaliação e a resposta correta é apresentada. O chatbot compara a resposta que indicou com a resposta correta e efetua a geração de uma nova regra semântica utilizando o método da entropia ou energia, onde os tokens e as palavras no texto sofrem um processo de ponderação. Após este processamento, o dicionário e as regras semânticas são atualizados. A aprendizagem ocorre quando o sistema identifica novos tokens e/ou quando identifica tokens válidos na estrutura dos novos textos.

O modelo de aprendizado implementado assemelha-se a alguns paradigmas propostos por Watson, Skinner, Bandura, Gagné, Piaget e Vygotsky (MOREIRA, 1999) (SKINNER,2007) (ANGELO, 2011), onde as informações textuais são os estímulos disponibilizados para o sistema e as respostas, após validação, permitem a sua incorporação aos "saberes aprendidos" ou adquiridos (HARMELEN, LIFSCHITZ e PORTER, 2008). As interações internas, entre os saberes já internalizados e os novos, modulam todo o processo. A formação de novas regras semânticas, com atribuição de significância, ocorrerá, se e somente se, os tokens forem válidos, ou seja, os conhecimentos prévios potencializam a estruturação das informações.



Figura 4. Layout do processo de aprendizagem de novas informações a partir de texto e interação com pares.

A aprendizagem está associada à capacidade de recepção e processamento de estímulos, à sua relevância, à frequência com que ocorrem, à capacidade de decodificação e interiorização (ou armazenamento), de associações com conhecimentos já adquiridos, de suas diferenciações e interconexões, mas principalmente pelo feedback fornecido pela interação com o meio. A confrontação com o mundo físico quantifica ou não, a aprendizagem (TOURETZKY e SAKSIDA, 1997).

Em sistemas computacionais o reforço, externo (do ambiente ou de um tutor) ou interno (proveniente do próprio sistema), é o elemento definidor para a aprendizagem. No sistema proposto, a apresentação de um texto implica somente no armazenamento de dados. A responsividade está vinculada à capacidade de inferência, estabelecimento de vínculos com a base de dados existentes, principalmente com os tokens definidos no dicionário. O reforço pode ser efetuado pelo tutor docente, ou por tutores discentes ou por tutores virtuais, que aos formularem questionamentos sobre o texto e avaliarem as respostas, em ambiente concorrencial, proporcionam elementos para que o sistema "aprenda". O reforço atua como "um elemento de recompensa" que ratifica a informação no contexto. A resposta é a manifestação de um estímulo, não como um "habito" proposto por Guthrie, mas como responsividade a uma competição entre todas as regras semânticas incorporadas pelo sistema. No modelo implementado, a frequência de uma resposta, se validada, pondera positivamente uma regra semântica atribuindo-lhe maior peso relativo. Watson, aborda a questão da repetição ou da prática, como um fator que potencializa um comportamento. As relações estímulos-respostas-validações redefinem as estruturas internas da base de saberes agregando novas regras semânticas, sendo que a relação entre os estímulos e as respostas são preponderantes

(TOURETZKY e SAKSIDA, 1997). Como proposto por Gagné, a aprendizagem ocorre com a mudança da estrutura interna da base de saberes, gerando "estados persistentes" e o sistema é capaz de verbalizar (de enunciar) o que foi aprendido. Gangé propõe 8 tipos hierarquizados de aprendizagem, iniciando com a resposta condicionada à capacidade de solução de problemas (MOREIRA, 1999, pág. 73). O sistema proposto está no quinto nível, sendo capaz de formular respostas diferentes para estímulos proximais. Thorndike aborda a questão como alteração na estrutura neuronal, que faria sentido se fosse adotado um modelo de redes neurais artificiais como perceptron com múltiplas camadas, hopfield ou máquina de Boltzmann (CARVALHO, 2015) (COPPIN, 2010). A capacidade de inferência do sistema, lastreada pelas regras semânticas, determinam a qualidade da resposta emitida.

Como proposto por Hull, algumas "conexões estímulo-resposta não são aprendidas; o indivíduo nasce com elas e com o equipamento sensorial necessário para que sejam despertadas pela estimulação do ambiente" (MACHADO, 1999, pág. 28). As competências e habilidades relacionadas aos movimentos do ROVER são tratadas como proposto por Hull, pois, são intrínsecas ao hardware eletro-mecânico-computacional do equipamento. Neste caso a aquisição de novas habilidades implica em alterações de hardware.

A aprendizagem ocorre pela interação do sistema com o ambiente, recebendo informações textuais que são internalizadas na estrutura de memórias de curto prazo, sendo consideradas com situações de uma representação da realidade, que contém informações, incorporam significados e comporão o repertório de saberes, formando esquemas de “mapas mentais”, que poderão ser utilizados para a busca por respostas em operações de inferências. O sistema não tem autonomia para comprovar o conteúdo dos textos, pois, não interagem operacionalmente e autonomamente com o ambiente real, e os assume como válidos, até que sejam modificados ou substituídos, pela ação de elementos de “aprendizagem”, ou seja, como proposto por Bruner, “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento” (MOREIRA, 1999, pág. 81), considerando-se o nível de desenvolvimento cognitivo do sistema. O sistema atua, como proposto por Brunet, na representação Ativa e Icônica, tendo a sua visão de mundo centrada nas informações que foram interiorizadas. A

capacidade de manipulação simbólica fica restrita à capacidade de inferência e tratamento dos dados, mas somente no sentido direto, em estágio pré-operacional (MOREIRA, 1999) não incorporando a capacidade de reversibilidade das proposições. Assim, o repertório de saberes forma um micro subconjunto de "campos conceituais" (MOREIRA, 2002), representando situações, conceitos, informações e relações de pertinências.

Os contextos sociais, culturais, históricos e temporais, de certa forma, interferem na significância das informações, que para Vygotsky (MOREIRA, 1999), são fatores estruturais no desenvolvimento cognitivo, contudo, para o sistema, face as suas estruturas algorítmicas implementadas, tornam-se irrelevantes, mas não menos importantes se múltiplos contextos forem selecionados concomitantemente para processamento concorrencial (MONTAG, JONES e SMITH, 2018). A capacidade de interação social com o ambiente real ou com ambientes virtuais (outros chatbots ou outras máquinas com capacidade de inteligência artificial) pode ampliar a capacidade resolutiva, de discernimento do sistema e de formação da "personalidade artificial", avultando a aptidão para o discernimento em sistemas com inteligência artificial, pois, promovem cenários para a mediação e aculturação (RUSSELL e NORVIG, 2014). Assim, as interações "sociais" passam a referenciar, temporal e espacialmente, as construções "cognitivas artificiais". Estas questões podem ser implementadas computacionalmente e serão tratadas em trabalhos futuros.

METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM:

A utilização de chatbots, como metodologia de aprendizagem, tem por objetivos criar cenários colaborativos para que o aluno interaja com as informações e ações, e em um ambiente de sua própria "criação". O chatbot foi utilizado como ambiente para o estudo de robótica móvel, proporcionando aos alunos, cenários para experimentação de problemas relacionados ao tema:

I. Entender o que é um chatbot e suas aplicações
II. Projeto de um chatbot
III. Implementação de um chatbot
IV. Interação com o chatbot

A construção do chatbot implica em conhecer e planejar as aplicações a que se destina, ou seja, o aluno deve realizar estudos prévios para compreender o problema em questão, estabelecer vínculos operacionais com os saberes, de tal forma que consiga aplicá-los na resolução de problemas relacionados à robótica. Nos três primeiros cenários, aplicamos as metodologias de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), Estudos de Casos, Sala de Aula Invertida e Aprendizagem em Pares, onde os alunos devem desenvolver, individualmente, coletivamente e colaborativamente um chatbot. Cada aluno desenvolve o seu chatbot, contribuindo com os pares, na elaboração dos projetos individuais, ou seja, deve-se respeitar as singularidades individuais, fortalecendo a colaboração para a construção coletiva através da aprendizagem em pares. O planejamento do chatbot foi estruturado na individualidade, através das experiências individuais, e na discussão entre os pares, a partir de estudos de casos. A valorização das ações individuais e do compartilhamento de experiências proporcionam, aos alunos, ferramentais para a troca de experiências, o auxílio à aprendizagem em pares, o autoconhecimento, a quantificação e a auto avaliação da aprendizagem. A possibilidade de comparação de níveis cognitivos, em ambiente competitivo, permite aos discentes avaliarem o seu rendimento relativo aos pares e absoluto com a implementação funcional de um projeto. A participação do discente, elemento central da própria aprendizagem, em todas as etapas das atividades, é fundamental e estruturante, pois, um produto funcional, que deve ser apresentado no final do processo, é formado a partir da integração sistêmica de unidades básicas integradas, exigindo inciativa, curiosidade, autonomia, análise, raciocínio lógico, criticidade e ética, que devem estar impregnados nos fazeres dos discentes, assim, a aprendizagem assume caráter significativo e dinâmico, onde o saber, o saber fazer, o saber fazer bem feito são incorporados ao empreender. O experimentar, proporciona ao aluno, vínculos validatórios entre conceitos e aplicações, onde o conceito terá fim, na sua aplicabilidade funcional. O processo de elaboração do projeto, implementação, validação e operacionalização do chatbot foi utilizado elementos de contextualização para atender aos requisitos especificados no perfil de formação de engenharia.

O chatbot foi desenvolvido objetivando a atender a requisitos de Competências, Habilidades, Saberes e Fazeres (CHSF), específicos para um

Curso de Graduação de Engenharia. Demandando a elaboração e aplicação de metodologias de aprendizagem objetivando a significância para o aluno e efetividade das ações (BENDER, 2014) (ELET, 2008) (FERNANDES, FLORES e LIMA, 2010) (MENDELECK, 2008) (SCHMITZ, 2016). Inicialmente os alunos participaram de atividades de motivação e contextualização onde puderam vivenciar o produto final da sua aprendizagem, mantendo contato com chatbots disponíveis para uso, através de os estudos de casos e a utilização de aplicativos, antecipando os resultados de sua aprendizagem e estabelecendo benchmarks para validação dos processos. A resolução de problemas, solicita a formação de repertórios, cuja integração, modulação e experimentação, permitem a incorporação de novos saberes. As ações de aprender praticando, pesquisando, investigando, interagindo com os saberes, obtendo e avaliando feedbacks, proporcionam conjunturas proativas para a aprendizagem com relevâncias substantivas e não-arbitrárias (MOREIRA, 199, pág. 151-165). Desta forma, novas CHSF são integradas às estruturas cognitivas estabelecendo “ligações robustas e significativas”, necessárias para a elaboração de soluções e a resolução de problemas que envolvam raciocínio lógico matemático dedutível, criatividade e inovação.

A estrutura de um chatbot agrega alguma complexidade algorítmica, com o desenvolvimento de múltiplos objetos e métodos (RUSSELL e NORVIG, 2014) (HARMELEN, LIFSCHITZ e PORTER, 2008) (INDURKHYA e DAMERAU, 2010), que devem atuar integrados operacionalmente. Antecedendo a implementação de cada etapa, os alunos devem atuar como usuário do produto final a ser produzido, assim, a experimentação inicial atua como elemento de suporte referencial para confrontação validativa de feedbacks. Cada etapa deve ser implementada, validada e integrada ao sistema, obedecendo critérios de operacionalidade, funcionalidade e estabilidade (computacional, eletrônica e mecânica – física), conduzindo ao produto final que atenda aos requisitos e especificações previamente definidos. Nesta etapa, múltiplas CHSF devem estar atuando concomitantemente e concorrentemente, gerando grandes fluxos de “energia cognitiva”, aumentando a entropia, a ativação e a diversidade de subsunçores (MOREIRA, 199, pág. 151-165), que promovem a busca e obtenção de soluções para as questões em análise. O docente, ou outro elemento qualquer de mediação (de simulação, de emulação, de inteligência

artificial, etc.), deve fornecer feedbacks ontime aos alunos, validando e referenciando os processos de aprendizagem, proporcionando condições para as devidas correções (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A interação e a operação do chatbot também foram utilizados como ferramentais para aprendizagens específicas de questões relacionadas à robótica móvel. A colaboração entre os pares e utilização da própria criação, oportuniza circunstâncias e episódios para o aluno validar a sua obra, oportunizando elementos para a potencialização da aprendizagem. Neste último cenário (etapa), aplicou-se as metodologias de Estudos de Casos e Aprendizagem Baseada em Problemas, pois, proporcionam ao aluno, exemplos, estudos, experimentações e contextos para reflexões sobre a efetividade da sua aprendizagem.

A diversidade metodológica, utilizada na implementação das atividades, proporciona múltiplas situações-problemas, diferenciando e ampliando os diálogos entre os métodos, as "formas de aprendizagem" pelos alunos e os saberes, tornando o processo de aprendizagem multimodal e co-construtivo, onde o discente, o ambiente, os pares, o projeto e o orientador, constroem, colaborativamente, interativamente e iterativamente, processo cognitivos proativos, motivantes, desafiadores e positivamente significativos.

A utilização de Aulas Expositivas Dialogadas, foi restrita aos cenários II e III, pois, demandaram ações metodológicas focadas no conhecimentos e aplicação dos ambientes de desenvolvimentos envolvendo a linguagem C# e programação orientada a objetos.

A escolha de metodologias ativas, centradas na Aprendizagem Baseada em Projetos e Problemas, Estudos de Casos, Sala de Aula Invertida e Aprendizagem em Pares (BENDER, 2014) (ELET, 2008) (FERNANDES, FLORES e LIMA, 2010) (MENDELECK, 2008) (SCHMITZ, 2016), deu-se em função das características das CHSF especificadas, onde o “saber fazer” e “fazer com qualidade” adquirem quantificação preponderante sobre os conceitos, que devem atuar como suporte inicial para a aprendizagem, mas não inercial, pois, a criatividade sobrepõe, modula e modifica os referenciais. O desenvolvimento de Projetos Temáticos, como o chatbot, permite a integração sistêmica de múltiplos saberes proporcionando ambientes dinâmicos para a aprendizagem significativa.

RESULTADOS

O chatbot foi desenvolvido em disciplina da grade curricular do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para uma turma do nono semestre, com 92 alunos, divididos em times de 2 alunos. Foram realizados 3 projetos baseados em estudos de casos: o primeiro consistiu em acionar um motor DC utilizando a plataforma ARDUINO (AMARIEI, 2015); no segundo projeto consistiu no desenvolvimento de um chatbot para o acionamento de uma fresa CNC para elaboração de desenhos no plano; e no projeto final (terceiro projeto), os times desenvolveram um chatbot para controle de movimentos de um robô móvel para deslocamento em ambiente desestruturado com desvio de obstáculos.

Nos dois primeiros projetos, os objetivos principais foram desenvolver CHSFs capacitando os alunos para a elaboração e implementação de chatbots, sendo utilizadas as metodologias: Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem em Pares, Estudos de Casos. Aulas Expositivas Dialogadas. No projeto final, os times receberam uma biblioteca com um drive para acionamento de um robô móvel, servindo de base para a implementação do chatbot. Foram propostos 46 chatbots sendo finalizados 41 com status operacional, ou seja, a interface e as funcionalidades mínimas foram implementadas e o robôs apresentava capacidade de navegação pela área de trabalho.

A avaliação dos trabalhos foi efetuada adotando critérios de continuidade e progressividade de implementação adotando critérios quantitativos totalizando 10 pontos e mais 2 pontos extras pela originalidade e inovação, sendo a pontuação máxima 10 pontos (apesar de alguns times atingirem 12 pontos). Os critérios quantitativos foram os seguintes: implementação do item, prazo e funcionalidade, ou seja, em cada etapa do projeto, se a implementação foi realizada, respeitando o prazo estabelecido, funcionalmente operante e sem cópia (plágio) o time recebia o ponto. Nestas avaliações, não foram considerados critérios de originalidade e inovação, contudo, as observações foram registradas. Adotou-se esta metodologia de avaliação objetivando-se minimizar questões relacionadas com as "subjetividades de observação e avaliação por parte do docente", assim, "o fazer" sobrepõe as possíveis parcialidades inerentes (mesmo que não intencionais)

dos processos avaliatórios, minimizando as possíveis personalizações e volatilidades. As avaliações ocorreram individualmente e no time, sendo que a média final é a composição das duas. Por outro lado, os 2 pontos extras, vinculados às questões relacionadas às singularidades criativas e autênticas apresentadas pelos times no desenvolvimento dos projetos, e muitas vezes de caráter subjetivo do docente, permite a atribuição de pontuação para os elementos de originalidade incorporados aos chatbots.

PROJETOS	QUANTIDADE	%	NOTA MÉDIA
CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL	5	10,9%	2,39
CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL	23	50,0%	6,80
CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES	11	23,9%	8,31
CHATBOT OPERACIONAL E COM ELEMENTOS DE ORIGINALIDADE	7	15,2%	9,72
[TOTAL] [%] [MÉDIA] =	**46**	**100%**	**7,13**

QUADRO I. Resultados. Entrega do projeto final.

No quadro I são apresentados os resumos dos resultados consolidados, sendo que 89,1% dos projetos elaborados estavam operacionais, e todos foram implementados em linguagem natural em português. Os dados foram agrupados em 4 categorias para facilitar as análises:

- CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL
- CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL
- CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES
- CHATBOT OPERACIONAL E COM ELEMENTOS DE ORIGINALIDADE

Os chatbots classificados como "CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL", totalizando 10,9%, não apresentaram funcionalidade ou operacionalidade como especificado no projeto, e/ou entregaram as atividades fora dos prazos. Os "CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL", totalizando 50%, apresentaram resultados minimamente funcionais e operacionais permitindo a interação, em linguagem natural, do usuário com o robô. Os "CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES", totalizando 23,9%, apresentaram resultados funcionais, operacionais e com a implementação de códigos com maior eficiência que a especificada nos projetos, permitindo a interação, em linguagem natural, do usuário com o robô. Por fim, 15,2% dos projetos apresentaram resultados acima do esperado incorporando funcionalidades, operacionalidades e alguns elementos de inovações.

CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento dos projetos, pudemos identificar algumas questões que devem ser consideradas na implementação das metodologias de aprendizagem, principalmente as centradas em projetos temáticos e problemas. A participação dos alunos é estruturante para a efetividade dos processos, que demandam tempo para preparações prévias, discussões, elaborações cognitivas e implementações, para os testes/validações e elaboração de relatórios/documentações. As atividades foram desenvolvidas para uma turma de alunos de curso noturno, sendo que 96% executam atividades não acadêmica em outros períodos, restringindo o tempo de dedicação, ao período presencial na Instituição e aos fins de semanas. A opção pela formação de times com 2 alunos (livre escolha dos discentes, priorizando a proximidade física: residência na mesma cidade, ou trabalham na mesma empresa, ...), e foi uma escolha adequada, para minimizar questões relacionadas à distância física para reuniões, pois, os alunos residem em cidades na região de Jaguariúna (região Metropolitana de Campinas - SP) e para facilitar ao acesso às atividades no laboratório de informática. Efetuadas as escolhas, os times não poderiam ser alterados. Em caso de desistência de algum membro, o outro deveria assumir todas as atividades propostas para o time. As administrações das questões de relacionamentos interpessoais foram mínimas, mas ocorreram, principalmente pela inoperância de um ou outro membro que não cumpria as atividades propostas, penalizando o time. Foram pouquíssimas as intervenções do docente.

A infraestrutura de laboratórios e equipamentos é outro ponto que precisa ser analisado. Como as atividades extraclasse, muitas vezes sobrepõe, temporalmente, às atividades com a classe, o suporte físico e de tutores faz-se necessário. Durante a realização das atividades não tivemos problemas com falta de materiais e infraestrutura de laboratórios de informática, pois, no planejamento previu-se a redundância de equipamentos.

O alto percentual de times que cumpriram as atividades propostas e efetuaram as entregas dos projetos minimamente operacionais, é um indicativo da efetividade das metodologias adotadas como instrumentos de aprendizagem. O projeto final foi o principal instrumento de verificação da aprendizagem, pois, os times deveriam desenvolver um novo chatbot sem o auxílio direto do docente, que atuava em questões pontuais. Os resultados são muito interessantes, pois,

somente 10,9% não entregaram a versão final do projeto temático. Tendo 89,1% de sucesso, não pode-se afirmar que este percentual indique a efetiva aprendizagem significativa dos discentes com igual valoração, muito pelo contrário, outros critérios deveriam ser adotados, como por exemplo, submeter os times a problemas com gradativos e progressivos níveis de dificuldades, solicitando a aplicação das CHSF para o desenvolvimento dos projetos temáticos, focando o empreendedorismo, a inovação e a implementação de produtos originais passíveis de patentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma do chatbot apresentada neste artigo está em seu estágio inicial de construção, mesmo operacional, pode-se agregar muitas outras estruturas para permitir a autonomia dos sistemas capacitando-os à autoaprendizagem, fornecendo melhores respostas e funcionalidades às interações com os usuários (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A incorporação de sistemas fuzzy e redes neurais artificiais para o auxílio à tomada de decisão em relação às escolhas e seleção de regras semânticas, compondo o escopo decisório, juntamente com a aplicação dos critérios centradas na entropia ou energia, possibilitará a redundância de análise para a formação das respostas, minimizando a geração de respostas indevidas, inapropriadas ou erradas (BROOKS, 1991). A implementação de lógica fuzzy, para processamento em tempo real, é relativamente simples e não solicita hardware específico, contudo, o treinamento de redes neurais, dependendo da estrutura adotada, poderá solicitar a utilização de computadores com alta capacidade de processamento, e em arquitetura paralela (CARVALHO, 2015) (COPPIN, 2010). A evolução do hardware computacional é muito rápida, este problema tende a não ser crítico.

A integração de novas máquinas de estados, de buscas, de inferências lógicas e, para a identificação e processamento de contextos, permitirá o tratamento de ambiguidades e a incorporação de habilidades, como proposto por Bloom, para "analisar", "avaliar" e "criar", ampliando a autonomia operacional, a sua capacidade responsiva às necessidades dos usuários e a sua interação com os alunos.

A personalização da usabilidade da plataforma, adaptando-a às características de cada usuário é um elemento importante a ser considerado para as próximas implementações, pois, permitirá a continuidade interacional, reduzindo as redundâncias de manifestações, a otimização do fluxo de dados, a formação de contextos, e a individualização na comunicação.

O chatbot, como proposto, não é uma plataforma estanque, unicelular, fechada na sua própria estrutura. A possibilidade de trocas de informações, de comunicação e interações com outros chatbots, proporcionam o compartilhamento de dados e de conhecimentos, ou seja, pode-se efetuar a transferência de bases de conhecimentos e "habilidades" entre pares. A implementação de protocolos para a "troca de experiências" possibilita o agrupamento de plataformas formando "colônias" ou "tecidos orgânicos pluricelulares", que na sua coesão, podem formar um “organismo artificial vivo" (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A interface é um dos elementos principais para o sucesso de um sistema computacional, como o chatbot congrega uma camada de interfaceamento com o usuário, a utilização de elementos de animação gráfica e sonora, torna o ambiente "mais amigável". Nas próximas versões, pretendemos incorporar um avatar para que as trocas de informações ocorram com processamento de voz sincronizada com uma imagem humanóide e através de um "*animatrônic".*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMARIEI, C. **Arduino Development Cookbook.** Ed. Packt Publishing. 2015.

ANGELO, T. N. **Behaviorismo Radical e Inteligência Artificial: Contribuições além das Ciências Cognitivas.** Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP. 2011. Disponível em <http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA889/2011/IA889-19.pdf > . Acesso em 31 de mar. 2018 .

BARRERA, A. **Mobile Robots Navigation**. In-Tech. 2010.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos.** Ed. Grupo A. 2014

BROOKS,R. A. **Intelligence without representation**. Artificial Intelligence, n# 47. Ed. Elsevier. 1991. Pág. 139-159.

CARVALHO, A. **Inteligência Artificial - Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina.** Ed. LTC. 2015

COPPIN, B. **Inteligência Artificial.** Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010.

DIAZ, F. **O Processo de Aprendizagem e seus transtornos**. Editora da Universidade Federal da Bahia. 2011.

ELLET, W. **Manual de Estudo de Caso: como ler, discutir e escrever casos de forma persuasiva.** Porto Alegre: Bookman. 2008.

FABREGAS, E ; FARIAS, G. ; CANTO, S. D. ; GUINALDO, M. ; SANCHEZ, J. ; BENCOMO, S. D. **Platform for Teaching Mobile Robotics**. Journal of Intelligent & Robotic Systems. Vol. 81. Pág. 131–143. Janeiro 2016.

FERNANDES, S. R. ; FLORES, M. A. ; LIMA, R. M. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos Interdisciplinares: Avaliação do Impacto de uma Experiência no Ensino de Engenharia.** Avaliação. Volume 15. n. 3. pág. 59-86, nov. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n3/04.pdf>. Acesso em: 01 Mai. 2018

HARMELEN, F. ; LIFSCHITZ, V. ; PORTER, B. **Handbook of Knowledge Representation**. Foundations of Artificial Intelligence. Ed. Elsevier. 2008.

HOLLAND, J. **Designing Autonomous Mobile Robot**. Ed. Elsevier. 2004.

INDURKHYA, N. ; DAMERAU, F. J. **Handbook of Natural Language Processing**. CRC Press. Second Edition. 2010.

LEE, G. ; CHWA,D. **Decentralized behavior-based formation control of multiple robots considering obstacle avoidance**. Intelligent Service Robotics. Vol. 11. Pág. 127–138. Janeiro 2018

MACHADO, A**. Neuroanatomia Funcional**. Ed. Atheneu. 2 Edição. 1998

MANNING, C. D. ; SCHUTZE, H. **Foundations of Statistical Natural Language Processing**. Ed. MIT Press. Segunda edição. 1999.

MENDELECK, A. **Projetos Temáticos Interdisciplinares Aplicados em Engenharia de Controle e Automação - Mecatrônica - Estudo de Caso.** In: COBENGE - XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. COBENGE - XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo: ABENGE, 2008. v. 1.

MONTAG, J. L. ; JONES, M. N. ; SMITH, L. B. **Quantity and Diversity: Simulating Early Word Learning Environments.** Cognitive Science. Volume 42. Special Issue: Word Learning and Language Acquisition. Maio. 2018. Pág. 375-412.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. EPU. São Paulo. 1999.

MOREIRA, M. A. **A Teoria dos campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área.** Investigações em Ensino de Ciências. V7(1). Pág. 7-29. 2002.

RODRIGUEZ, C ; GUZMAN, J. L. ; BERENGUEL, M. ; DORMIDO, S. **Teaching real-time programming using mobile robots**. IFAC-PapersOnLine. Volume 49. Issue 6. 2016. Pág. 10-15. Ed. Elsevier.

RUSSELL, S. ; NORVIG, P. **Inteligência Artificial.** 2 ed. Rio de Janeiro: Campus. 2014

SCHMITZ, E. X. S. **Sala de Aula Invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem.** Disponível em <https://nte.ufsm.br/images/PDF_Capacitacao/2016/RECURSO_EDUCACIONAL/Ebook_FC.pdf>. Acesso em: 04 Abr. 2018.

SKINNER, B. F. **Porque eu não sou um psicólogo Cognitivista**. Revista Brasileira de Análise do Comportamento (BRAZILIAN JOURNAL OF BEHAVIOR ANALYSIS). 2007. Volume 3. No 2. Pág. 307-318.

THORNE, C. **Chatbots for troubleshooting: A survey.** Language and Linguistics Compass. Volume 11. Outubro. 2017.

TOURETZKY, D. S. ; SAKSIDA, L. M. **Operant Conditioning in Skinnerbots.** Adaptive Behavior 5(3/4). The MIT Press. 1997.