

# **Chatbot Baseado em Computação Cognitiva para Explicação do Projeto Pedagógico de um Curso de Graduação \***

**Luiz Eduardo Fernandes Bentes, Elloá B. Guedes**

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisas em Sistemas Inteligentes  
Laboratório de Sistemas Inteligentes  
Escola Superior de Tecnologia  
Universidade do Estado do Amazonas  
Av. Darcy Vargas, 1200 – Manaus – Amazonas

{lefb.eng, ebgcosta}@uea.edu.br

**Abstract.** *This work aims at presenting the results obtained from the proposition of a conversational chatbot based on Cognitive Computing able to answer questions in Natural Language regarding the pedagogical project of a graduate course on Computer Engineering. The adoption of regular expressions to information mining in a reference document and also an automatic parsing strategy are in the core of such proposition, illustrating application of Formal Languages in a forefront area of Artificial Intelligence that aims at contributing with educational purposes.*

**Resumo.** *Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da proposição de um chatbot baseado em Computação Cognitiva capaz de explicar questionamentos em Linguagem Natural acerca do projeto pedagógico de um curso de graduação em Engenharia de Computação. No cerne de tal proposição tem-se o uso de expressões regulares para mineração das informações do documento de referência e a elaboração de uma estratégia de parsing automática para consolidação da base de conhecimentos, ilustrando aplicações das Linguagens Formais em uma área de vanguarda da Inteligência Artificial com vistas a contribuir no âmbito educacional.*

## **1. Introdução**

Uma pergunta recorrente ao longo da evolução da Computação diz respeito à possibilidade de um programa escrito em linguagem de máquina ser capaz de reproduzir características inerentes aos seres humanos, tais como desde inferir complexas correlações até ser capaz de tomar uma decisão com base em um grande número de informações previamente disponibilizadas. Estes questionamentos motivam a área de *Inteligência Artificial*, que trata não apenas em compreender como os seres humanos pensam, mas também em construir entidades inteligentes [Russell and Norvig 2010].

O precursor desta área foi Alan Turing, que propôs o chamado *Teste de Turing*, projetado para fornecer uma definição operacional satisfatória de inteligência [Turing 1950]. Essencialmente, Turing acreditava na impossibilidade de responder o que significa um computador pensar, devido às imprecisões inerentes aos termos *máquina* e *pensar* [Jurafsky and Martin 2014]. Assim, para contornar esta dificuldade em definir uma entidade inteligente, optou por considerar capacidades, ao invés de uma listagem exaustiva

---

\*Trabalho em Andamento

de requisitos [Russell and Norvig 2010]. De maneira breve, Turing considerava que uma entidade inteligente deveria ser indistinguível de um humano ao responder uma série de perguntas. Assim, no cerne deste teste residiam habilidades de conversação, o que promoveu posteriores pesquisas e desenvolvimentos relacionados aos *chatbots*.

Os *chatbots* são algoritmos de conversação utilizados em sistemas de diálogo para vários fins práticos, tais como atendimento ao consumidor ou aquisição de informação, serviços e produtos [Shevat 2017]. Graças à pesquisa e progressos nas áreas de Linguagem Natural e Inteligência Artificial, os *chatbots* passaram a ser muito mais complexos, capazes de entender a linguagem humana falada e escrita com grande precisão, capturar contextos, ambiguidades e até mesmo sentimentos [Khan and Das 2018]. Atualmente, em decorrência do crescimento de plataformas e aplicativos de mensagens, os *chatbots* têm atuado como uma interface de interação com outros softwares, permitindo o acesso à serviços e produtos de maneira intuitiva, propondo um novo tipo de experiência para os usuários [Shevat 2017]. Em especial, os *chatbots* têm ganhado um grande destaque sobre outros métodos por prover diversas funcionalidades, atuando como um assistente virtual que pode ser detalhadamente personalizado, podendo servir a vários propósitos e provendo economia de tempo e de recursos financeiros.

Considerando esta perspectiva e com o intuito de conceber soluções conversacionais de cunho educacional, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar os resultados da proposição de um *chatbot* para explanação do projeto pedagógico de um curso de graduação em Engenharia de Computação. Fundamentado no uso da Computação Cognitiva, o *chatbot* proposto visa auxiliar estudantes nas dúvidas relacionadas à grade curricular, requisitos para estágio, processos internos, dentre outros, afim de aproximar o estudante de informações que podem vir a ser úteis durante o seu processo de formação. Embora tais informações estejam disponíveis em um documento formal, a proposição de uma interface conversacional tem por vistas a colaborar com um melhor acesso, de maneira personalizada e sob demanda específica, em linguagem simples e intuitiva. Além dos conceitos relacionados à Inteligência Artificial, especialmente no âmbito da Computação Cognitiva, a elaboração do *chatbot* proposto exemplifica a aplicação de conceitos das Linguagens Formais, especialmente relacionados ao uso de expressões regulares e *parsing*, na ocasião da elaboração da base de conhecimentos.

Diante do exposto, este artigo está organizado como segue. Os conceitos relativos à Computação Cognitiva são apresentados na Seção 2. Uma visão geral da solução proposta é apresentada na Seção 3, a qual inclui a metodologia para sua obtenção. Os resultados obtidos, incluindo uma avaliação preliminar, são mostrados na Seção 4. Por fim, na Seção 5, seguem as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

## **2. Computação Cognitiva**

Computação Cognitiva representa uma nova fase da Inteligência Artificial, utilizando-se de técnicas tradicionais baseadas em sistemas especialistas e também explorando modelos estatísticos e matemáticos. O propósito dessa nova era consiste em estreitar os laços entre humanos e as máquinas afim de que sejam interligadas de forma que cada um traga suas próprias habilidades superiores para esta parceria, as máquinas concedendo aspectos racionais e analíticos, além de possuir memórias enciclopédicas e habilidades computacionais, e os seres humanos fornecendo as habilidades de julgamento, intuição, empatia, uma bússola moral e criatividade [Kelly and Hamm 2013].

Os sistemas baseados em Computação Cognitiva devem compreender o proces-

samento de um grande volume de informação e o entendimento de interações de grande abrangência. Nesses âmbitos, visam atuar coletando *insights* a partir de uma grande quantidade de dados para fazer previsões acuradas e antecipar da melhor forma as consequências não intencionais de ações. Além disso, devem analisar o escopo completo de uma situação e, com isso, auxiliar na tomada de melhores decisões [Kelly and Hamm 2013]. Estas habilidades estão organizadas por construções comportamentais e serão capazes de prover:

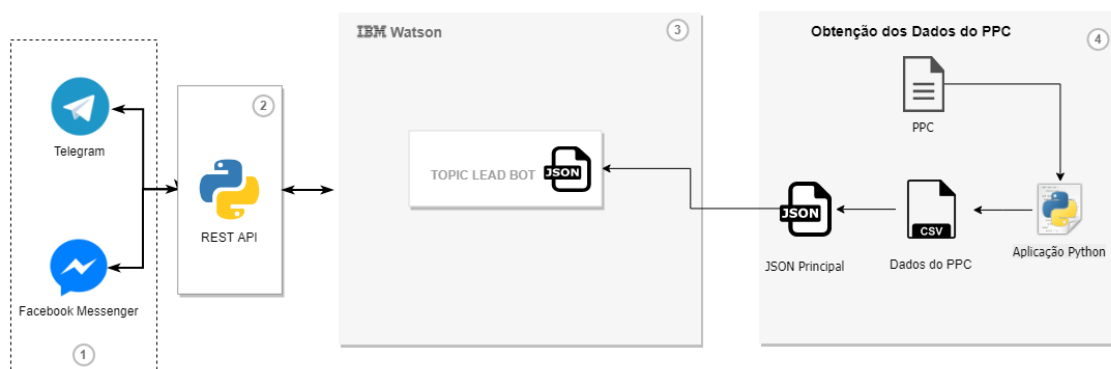
1. Entendimento de linguagem natural, auxiliando na compreensão das complexidades existentes em dados não estruturados, que representam cerca de 80% da informação disponível atualmente;
2. Geração e teste de hipóteses, ao aplicar uma análise avançada para ponderar e avaliar um conjunto de respostas baseando-se apenas em evidências relevantes; e
3. Aprendizado dinâmico ao ajudar na melhoria do aprendizado baseando-se em saídas mais inteligentes a cada iteração e interação, permitindo a extração de informações úteis, tais como datas, lugares, valores, etc. [High 2012].

No âmbito da Computação Cognitiva, uma primeira solução comercial amplamente disponível é o Watson Assistant, proposto pela IBM, o qual pode ser visto como um *hub* de soluções cognitivas para abranger áreas como Saúde, Finanças, Governo, Indústrias Químicas e afins [High 2012]. No âmbito das Finanças, por exemplo, almeja-se que o Watson seja capaz de lidar com grandes quantidades de dados e realizar uma profunda análise estatística dos mesmos para sinalizar potenciais eventos que venham a representar riscos para um investimento. Na Saúde, por sua vez, soluções baseadas no Watson já estão sendo utilizadas para auxiliar seguradoras de saúde a pré-aprovar tratamentos mais rapidamente [IBM 2019]. Considerando a competitividade do mercado tecnológico mediante as novas oportunidades relacionadas à Computação Cognitiva, ressalta-se que outras empresas também já começaram a propor soluções e serviços nesta direção [Microsoft 2019].

Em relação à Educação, Coccoli e outros argumentam que há amplo potencial para o desenvolvimento de soluções baseadas na Computação Cognitiva nesta área, tais como para auxiliar na análise do abandono escolar, promover a individualização da aprendizagem, personalizar o caminho de formação, etc. [Coccoli et al. 2016]. A criação de *chatbots*, por exemplo, também pode ser mencionada como um dos meios para facilitar a distribuição de informações aos estudantes. Considerando esta finalidade, em especial, a IBM argumenta que soluções como o Watson Assistant resultam em uma melhor captura das intenções do usuário graças às capacidades relacionadas à linguagem natural, promovendo uma conversa mais fluida e intuitiva. Assim, há mais objetividade nas respostas dos questionamentos proferidos pelo usuário nas ocasiões em que há informações na base de conhecimentos para tanto.

### **3. Solução Proposta**

Com o objetivo de nortear as atividades pedagógicas a serem desenvolvidas por um curso de graduação, o *Projeto Pedagógico do Curso* (PPC) é um documento legal que contém a concepção do curso em si, sua estrutura, no tocante ao corpo docente, técnico administrativo e infraestrutura, procedimentos avaliativos, processos de ensino aprendizagem e também instrumentos normativos de apoio, tais como composição do colegiado, procedimentos de estágio, de trabalho de conclusão de curso, etc. O PPC foi instituído pelo Decreto nº 3.860/2001 e pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.



**Figura 1: Arquitetura da solução proposta.**

Tendo em vista a importância das informações contidas no PPC para os alunos de graduação e a forma de apresentação deste documento, em um formato textual e tipicamente extenso, muitas vezes a leitura deste documento não se mostra atrativa aos estudantes. Para contornar esta dificuldade, a solução proposta neste trabalho consiste na concepção de uma interface conversacional inteligente, sob a forma de um *chatbot*, com vistas a aproximá-los das regras que regem o curso de graduação ao qual estão vinculados, permitindo-lhes compreender melhor os trâmites institucionais, conhecer a fundo os seus direitos e deveres e, conseqüentemente, planejarem de forma mais consciente e eficiente as suas obrigações junto à graduação.

O desenvolvimento do *chatbot* em questão considerou o uso da plataforma Watson Assistant como um meio de captura das intenções e entidades em linguagem natural. A escolha desta plataforma levou em conta a existência de um painel administrativo web que facilita a criação do fluxo de conversação, uma comunidade ativa e participativa com fácil canal para elicitación de dúvidas e ainda a disponibilidade de um nível gratuito de utilização. O PPC do curso de Engenharia de Computação da Universidade do Estado do Amazonas foi adotado para elaboração da base de conhecimento do *chatbot* como prova de conceito, em virtude do vínculo dos autores. Uma visão geral da arquitetura da solução proposta e dos componentes que a integram podem ser vistos na Figura 1.

Os usuários irão interagir com a solução proposta via perguntas e respostas textuais nos aplicativos de mensagens Telegram<sup>1</sup> e Facebook Messenger<sup>2</sup>. Estes dois aplicativos foram escolhidos por serem populares, gratuitos e, no caso do Telegram, em especial, pelas funcionalidades complementares presentes que permitem, por exemplo, o envio de arquivos. A comunicação destes com a plataforma Watson Assistant foi feita por meio de uma REST API em Python.

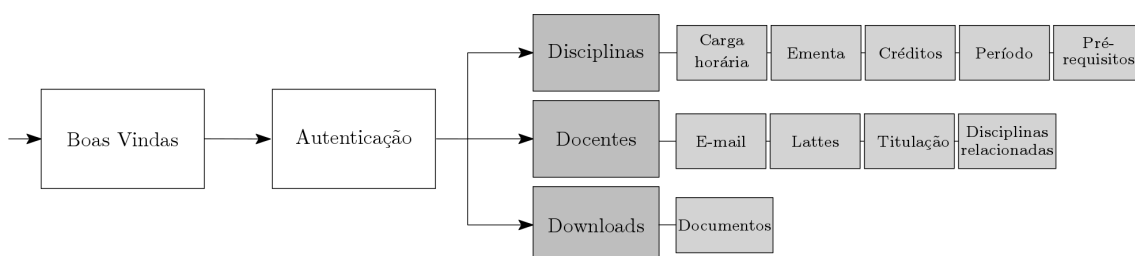
Na concepção do *chatbot* em si, as informações pertinentes ao PPC foram cadastradas na plataforma escolhida sob a forma de uma *skill* especializada, a qual possui as seguintes atribuições: apresentar as funcionalidades disponíveis, para que o usuário tenha uma visão geral de quais informações podem ser elicitadas com o *chatbot*; identificar os usuários pela matrícula, para prover uma experiência de uso mais amigável e personalizada; receber as perguntas do usuário em linguagem natural, extrair entidades e intenções e, com base nelas, apresentar as respostas compatíveis da base de conhecimento; e, por fim, guiar o fluxo de conversação. Em relação a este fluxo, em especial, adotou-se a

<sup>1</sup><http://telegram.org>

<sup>2</sup><http://facebook.com>

abordagem *long tail*, em que o contexto é memorizado na ocasião de perguntas complementares relacionadas às entidades capturadas em uma pergunta anterior.

Um dos aspectos cruciais para elaboração do *chatbot* proposto consistia na elaboração de uma base de conhecimentos. As informações disponíveis para elaboração de tal base encontravam-se de maneira não-estruturada nas 171 páginas do PPC do curso de Engenharia de Computação considerado, disponíveis sob a forma de um documento PDF (*Portable Document Format*) [UEA 2018]. Assim, a elaboração de tais base foi obtida de maneira automática a partir do PPC do curso com o auxílio de *scripts* Python para detecção de expressões regulares e posterior *parsing* das informações mineradas do PPC do curso para um formato intermediário CSV (*Comma-Separated Values*) e então para JSON. Deste processo, resultou também um fluxo de conversação sob a forma de árvore, conforme ilustrado na Figura 2, o qual também denota a abrangência do *skill* elaborado em relação ao PPC. O detalhamento dos procedimentos para obtenção de tal base encontram-se descritos nas subseções a seguir.



**Figura 2: Fluxo de conversação da *skill* concebida para o *chatbot* proposto.**

### 3.1. Mineração de Dados do PPC: Aplicação de Expressões Regulares

No caso das disciplinas, primeiramente, observou-se que a disposição das mesmas no PPC residia em um único apêndice, em que cada disciplina estava organizada sob a forma de uma tabela, e que todas as tabelas possuíam cabeçalhos e campos iguais, conforme ilustrado na Figura 3a. Com isso, estabeleceu-se o intervalo de páginas do ementário, e foram construídas expressões regulares para casamento com os padrões dos campo das tabelas, como ilustra a Figura 3b, seguido da aquisição das informações delimitadas por estes *tokens*. As bibliotecas `PyPDF2`, `re` e `pandas` foram cruciais neste processo. Como resultado, foi produzido um *dataset* em formato CSV com todas as informações das disciplinas do curso de Engenharia de Computação, ilustrado na Figura 3c. A mesma ideia geral foi adotada para aquisição das informações relativas aos docentes, mas considerando a adaptação das expressões regulares em virtude das informações disponíveis nos cabeçalhos das tabelas associadas.

Com vistas a prover uma interação mais personalizada dos usuários para com o *chatbot*, concebeu-se um processo de boas-vindas seguido da autenticação do usuário por meio de matrícula institucional. Quando esta matrícula respeita o padrão descrito por uma dada expressão regular, segue-se então com a associação ao nome do respectivo discente, o que promove uma experiência mais realística de conversação. As informações das matrículas e dos nomes dos discentes estavam disponíveis no site da instituição, tendo sido adquiridas com o uso de técnicas de *web crawler* para fazer a raspagem de dados, em que as bibliotecas `Beautiful Soup`, `Selenium` e `pandas` foram usadas e auxiliaram na obtenção de um *dataset* CSV contendo os nomes e matrículas de todos alunos ativos no curso.

SIGLA	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA				Nº DE CRÉDITOS	Pré-Req
		CHT	CHP	CHES	THC		
ESTCMP031	Inteligência Artificial I	60	30	-	90	5.4.1	ESTCMP030
EMENTA							
Introdução. Resolução de problemas. Métodos de busca. Conhecimento e raciocínios precisos e imprecisos. Aprendizagem. Comunicação. Ação. Aplicações.							

(a) Exemplo de trecho de tabela correspondente à ementa de uma disciplina.

```
re.findall(r"EST\w{6}.*\s\d*\.\d*\.\d*.*\sEMENTA", text)
```

(b) Expressão regular para casamento de padrões com cabeçalho de ementa.

nome	codigo	ch_teorica	ch_pratica	ch_curricular	ch_total	credito	pre_requisito	periodo	ementa
Álgebra Linear I	ESTBAS001	60	00	00	60	4.4.0	-	1	Matrizes. Determinantes. Sistemas lineares. V...
Cálculo I	ESTBAS002	90	00	00	90	6.6.0	-	1	Limite e continuidade. A derivada. A regra da ...
Introdução à Engenharia	ESTBAS003	30	00	00	30	2.2.0	-	1	Engenharia como Ciência e Tecnologia; Atuação ...
Introdução às Ciências do Ambiente	ESTBAS004	30	00	00	30	2.2.0	-	1	Ciência Ambiental: Conceito de Ciência Ambient...

(c) Dataset das disciplinas

Figura 3: Exemplo de ementa, expressão regular para capturar informações e dataset resultante.

### 3.2. Construção da Base de Conhecimento: *Parsing* Automático

Em posse dos *datasets* contendo as informações sobre os discentes, docentes e disciplinas, iniciou-se então o processo de concepção de um *parsing* automático para estruturar tais informações no formato JSON. Tal formato contempla a organização da base de conhecimentos perante o padrão requerido pelo Watson Assistant para a implementação de *chatbots* [IBM 2019]. De acordo com os documentos de especificação técnica desta plataforma, o JSON deve ser composto de quatro partes principais, a citar: *intenções*, *entidades*, *fluxo de conversação* e *configuração*.

Na concepção da solução proposta, as entidades foram criadas utilizando os *datasets* relativos aos docentes, discentes, disciplinas e propósito dos documentos, especialmente compostos de *templates*. Tanto as intenções quanto o fluxo de conversação foram consolidados levando em conta possíveis exemplos e interações dos usuários com o *chatbot*, respeitando os jargões vigentes na instituição e a utilização de uma linguagem coloquial, com vistas a proporcionar realismo ao diálogo, o que pode ensejar uma boa aceitação da solução proposta perante o seu público-alvo. O componente de configuração especifica parâmetros de acesso ao serviço e é estático.

O processo de *parsing* automático para consolidação da base de conhecimento do *chatbot* encontra-se ilustrado na Figura 4 e destaca a sub-divisão em tarefas. O resultado produzido, um documento JSON único que agrega todas as quatro partes principais, pode ser então cadastrado diretamente no Watson Assistant para funcionamento do *chatbot* de maneira *stand-alone* nesta plataforma.

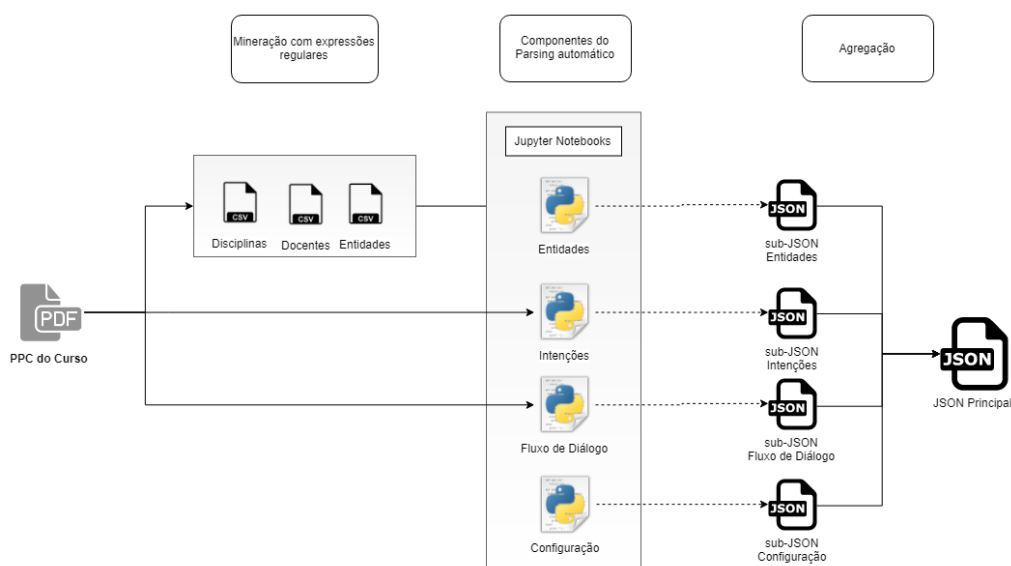


Figura 4: Etapas do processo de *parsing* automático.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados da implementação da solução proposta contemplam cerca de 1.522 linhas de código Python que produziram um documento JSON contendo 16.487 linhas o qual consolida a base de conhecimentos do *chatbot* sobre o PPC do curso de Engenharia de Computação da UEA, escolhido como prova de conceito. Esta base contempla informações relativas à 77 disciplinas, 15 docentes e 206 discentes ativos. O processo de construção automatizada de tal base de conhecimentos a partir do PPC permite facilmente incorporar atualizações sem ônus ao fluxo de conversação e a extensão da solução elaborada para outros cursos de graduação que tenham PPC estruturado de forma similar.

Uma avaliação preliminar do *chatbot* foi conduzida por meio de testes de entrada e saída com cenários passíveis de ocorrência na prática. O primeiro teste, ilustrado na Figura 5, mostra a autenticação de um usuário por meio de uma matrícula válida. Testes análogos foram realizados com matrículas presentes e ausentes na base de conhecimento.

**Chatbot:** Olá, estou disponível para tirar suas dúvidas a respeito do conteúdo do PPC de Engenharia de Computação  
**Chatbot:** Você poderia me informar sua matrícula?  
**Usuário:** 1415080151  
**Chatbot:** Olá, Luiz Eduardo Fernandes Bentes  
**Chatbot:** Eu sou um bot desenvolvido para sanar suas dúvidas sobre os tópicos: Disciplinas, Professores e Documentos

Figura 5: Exemplo de autenticação do usuário no *chatbot* por meio de matrícula.

O próximo teste, cujos resultados encontram-se ilustrados na Figura 6, teve por objetivo submeter o *chatbot* proposto à uma interação mais extensa, com demanda por memorização de contexto seguida de pergunta com troca de intenção, o que demanda um percurso transversal na árvore de conversação. As intenções e entidades capturadas durante o teste foram enfatizadas nos resultados, embora não sejam visíveis ao usuário durante a utilização do *chatbot*.

(...)

**Usuário:** Quantos créditos possui a disciplina de Física 2?  
#saber-creditos-disciplina  
@disciplinas=Física II

**Chatbot:** Física II possui 60 créditos

**Usuário:** E o código?  
#saber-codigo-disciplina  
@disciplinas=Física II

**Chatbot:** O código desta disciplina é ESTBAS013.

**Usuário:** Qual o contato da professora Elloá?  
#saber-contato-docente  
@docentes=Elloá Barreto Guedes da Costa

**Chatbot:** O e-mail para contato é ebgcosta@uea.edu.br

**Figura 6: Exemplo de intenções e entidades capturadas durante interação com o *chatbot*.**

Durante a etapa de testes também foi possível perceber uma boa adequação da solução proposta mediante possíveis variações na maneira de perguntar uma dada informação, conforme Figura 7, o que demonstra uma boa robustez em face do uso de Linguagem Natural. O exemplo também enfatiza o diálogo resultante mediante a solicitação de informações acerca de uma disciplina inexistente, o que também é passível de ocorrência prática.

(...)

**Usuário:** Quantas horas têm a disciplina de P1?  
**Chatbot:** A disciplina de Introdução à Programação de Computadores possui 60 horas.

**Usuário:** Qual a carga horária da matéria ESTCMP009?  
**Chatbot:** A disciplina de Introdução à Programação de Computadores possui 60 horas.

**Usuário:** Tem como saber as horas da disciplina ABC123?  
**Chatbot:** Eu entendi que você deseja saber sobre a carga horária de uma disciplina mas eu não consegui capturar qual é a disciplina na sua entrada :/ Informe qual a disciplina que você deseja saber a carga horária.

**Usuário:** ICM  
**Chatbot:** A carga horária da disciplina é 60 horas.

**Figura 7: Exemplo de robustez mediante variações na entrada.**

Na ausência de uma informação na base de conhecimentos, tem-se em mente melhorar a estruturação do JSON do fluxo de conversação com vistas a redirecionar o usuário para o nó de *downloads*, com vistas a disponibilizar o documento do PPC na íntegra para leitura.

## 5. Considerações Finais

O trabalho em questão apresenta a proposta e os resultados iniciais da elaboração de um *chatbot* baseado em Computação Cognitiva para conversação a respeito do projeto pedagógico de um curso de graduação nos âmbitos de elicitación de dúvidas sobre disciplinas e docentes. Tomando como prova de conceito um curso de graduação em Engenharia de Computação, foi consolidada uma base de conhecimentos com 77 disciplinas, 15 docentes e 206 discentes. Uma avaliação preliminar da solução proposta mostrou resposta



adequada às interações em linguagem natural, com captura de contexto, memória de conversação e alternância de assunto. Ressalta-se o papel central dos conhecimentos acerca das Linguagens Formais na solução proposta, o que evidencia a aplicação prática de tais conceitos na elaboração de soluções de vanguarda da Computação Cognitiva.

Os próximos passos deste trabalho consistem em aumentar a abrangência da solução proposta em relação ao PPC, compreendendo, por exemplo, os regulamentos de trabalho de conclusão de curso e estágio, e ainda efetuar uma avaliação da usabilidade do *chatbot* proposto com uma amostra do público-alvo, o que proverá um *feedback* mais efetivo, sugestões de melhorias nas funcionalidades existentes e ainda a indicação de novas funcionalidades a serem acrescidas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro e material provido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM) por meio do Programa PPP/FAPEAM 04/2017.

### **Referências**

- [Coccoli et al. 2016] Coccoli, M., Maresca, P., and Stanganelli, L. (2016). Cognitive computing in education. *Journal of e-Learning and Knowledge Society, the Italian e-Learning Association Journal*, 12(2):55–69.
- [High 2012] High, R. (2012). The era of cognitive systems: An inside look at IBM Watson and how it works. Relatório Técnico REDP-4955-00.
- [IBM 2019] IBM (2019). IBM Watson Assistant. Disponível em: <https://www.ibm.com/cloud/watson-assistant/>. Acesso em 14 de agosto de 2019.
- [Jurafsky and Martin 2014] Jurafsky, D. and Martin, J. H. (2014). *Speech and Language Processing*, volume 3. Pearson, Estados Unidos.
- [Kelly and Hamm 2013] Kelly, J. E. and Hamm, S. (2013). *Smart machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing*. Columbia University Press, Estados Unidos.
- [Khan and Das 2018] Khan, R. and Das, A. (2018). *Build Better Chatbots: A complete guide to getting started with chatbots*. Apress, Estados Unidos.
- [Microsoft 2019] Microsoft (2019). Cognitive Services. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/>. Acesso em 14 de agosto de 2019.
- [Russell and Norvig 2010] Russell, S. and Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence – A Modern Approach*. Prentice Hall, Nova Jersey, 3 edition.
- [Shevat 2017] Shevat, A. (2017). *Designing Bots: Creating Conversational Experiences*. O'Reilly Media, Inc., Estados Unidos.
- [Turing 1950] Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *MIND: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy*, 59(236):433–460.
- [UEA 2018] UEA (2018). Projeto pedagógico do curso de bacharelado em engenharia de computação. Universidade do Estado do Amazonas. 171p.