

## Alfa - Um Chatbot do tipo Perguntas e Respostas como Assistente Virtual no AVA Moodle

Victon Santos, Matheus Sousa, Francisco Medeiros, Heremita Lira, Nadja Rodrigues

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação - Instituto Federal da Paraíba (IFPB) João Pessoa – PB – Brasil

{victon.malcolm, matheus-sousa.ms}@academico.ifpb.edu.br {petronio, heremita, nadja.rodrigues}@ifpb.edu.br

**Abstract.** *This work aims to support teachers/tutors in mediating interactions in the Moodle LMS by constructing and validating a chatbot. The methodology included an indirect analysis of interactions in a real environment and the development and validation of the chatbot's accuracy and user acceptance. Regarding accuracy evaluation, the results suggest that the model, regarding intentions, can be improved with a larger dataset. On the other hand, in terms of entities, it proved to be well-adjusted, returning a very low classification failure rate (0.071). For the validation of the chatbot with users using a functional testing plan and the TAM model, the results were very satisfactory.*

**Resumo.** *Este trabalho visa apoiar os professores/tutores na mediação das interações no AVA Moodle por meio da construção e validação de um chatbot. A metodologia agregou uma análise indireta de interações em ambiente real, desenvolvimento e validação da acurácia e aceitação do chatbot pelos usuários. Na avaliação da acurácia, os resultados sugerem que o modelo, com relação às intenções, pode ser aperfeiçoado com um conjunto maior de dados. Com relação às entidades, por outro lado, se mostrou bem ajustado, retornando um baixíssimo índice de falhas na classificação (0.071). Para a validação do chatbot com usuários utilizando um plano de testes funcionais e o modelo TAM, os resultados foram muito satisfatórios.*

### 1. Introdução

As tarefas inerentes aos professores que atuam na educação a distância transcendem a simples reação à demanda dos estudantes, necessitando de uma postura mais ativa dos mesmos como mediadores deste processo, que é altamente colaborativo e rico do ponto de vista do compartilhamento de conhecimento [Neto et al., 2020]. A prática docente no contexto da aprendizagem online no que tange a mediação de grupos, com pouco ou nenhum contato face a face, requer um alto grau de percepção das interações que ocorrem nas várias ferramentas colaborativas do AVA, de forma que o professor possa intervir e auxiliar nas experiências dos estudantes [Medeiros & Gomes, 2022].

Acompanhar as atividades e interações na modalidade a distância e híbrida oferecendo o suporte adequado e em tempo real aos estudantes de modo a promover uma boa experiência de aprendizagem, com uma quantidade cada vez maior de ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas que, muitas vezes, estende os limites do AVA, é um dos desafios mais intensos e exaustivos enfrentados pelos professores [Alves et al., 2020]. Nesse sentido, à medida que o tamanho das turmas aumenta, há a necessidade de um

apoio de tutores no processo de mediação dos estudantes. Professores e tutores têm que se atualizar e se aperfeiçoar rotineiramente, adquirindo diferentes competências para atuar no EAD, além de estarem disponíveis por mais tempo visando atender às necessidades dos estudantes [Santos et al., 2021].

Já era grande a demanda por novos professores e tutores nos últimos anos, visando suprir a necessidade do aumento dos cursos de EAD. Mattar et al. (2020) aponta que mesmo com o aumento da média anual de matrículas, a contratação de novos tutores não vinha acompanhando a demanda, sobrecarregando o trabalho de todos os colaboradores. Com a recente alta na demanda do ensino remoto e híbrido, houve dificuldade na contratação de novos tutores, ou mesmo o treinamento de professores em um curto espaço de tempo [Penteado and Costa, 2020]. Na modalidade de ensino a distância e também híbrida, outro grande problema encontrado são as cobranças excessivas aos professores e tutores pelas instituições e principalmente pelos estudantes [Borges, 2020], que por terem a flexibilidade no horário de estudo, ao se depararem com dúvidas, procuram respostas nos mais diversos horários através de diferentes ferramentas dos AVAs.

O uso de tecnologias que apliquem técnicas de Inteligência Artificial, além de possibilitar a diminuição do esforço relacionado a gestão e acompanhamento por parte dos professores e tutores, podem proporcionar ganhos para o processo de ensino e aprendizagem por meio da disponibilidade imediata e fornecimento de indicadores gerenciais. Visando evitar a desmotivação do estudante, independente do meio de comunicação, respostas fornecidas rapidamente às perguntas permitem um melhor acompanhamento do mesmo, além de reduzir o número de evasões [Bulhões et al., 2020]. Os professores e tutores, por vezes, não conseguem atender prontamente a demanda, pois precisam responder aos estudantes individualmente na ferramenta de mensagem direta, o que pode ser muito desgastante [Medeiros et al., 2013].

Desta maneira, sugere-se que fornecer um auxílio aos professores e tutores no acompanhamento das interações por meio da análise das perguntas realizadas, direcionando para a melhor resposta, sugerindo materiais, datas ou mesmo um *link* do fórum, diminui o esforço e otimiza o tempo de resposta ao estudante. A pesquisa ao qual originou este artigo visou apoiar os processos de interação entre estudantes e professores/tutores por meio da utilização de tecnologias interativas que fazem uso de Inteligência Artificial (IA), como os *Chatbots*, realizando uma análise indireta de interações de um ambiente real para agregar conhecimento e gerar modelos mais precisos.

## **2. Trabalhos relacionados**

Com base no levantamento do estado da arte, observou-se que há na literatura propostas de agregar *chatbots* à educação, entretanto, todos diferem em alguns pontos (contexto, metodologia, entre outros) em relação ao que este trabalho propõe. Alencar et al. (2010) propõe a construção do CyberPoty para interação em portais de EAD, ao qual possibilitou a diminuição da carga de trabalho dos profissionais de atendimento externo para questões administrativas. Clemente (2016) aborda o desenvolvimento de um *chatbot* com evolução dinâmica e voltado ao desenvolvimento de arquiteturas pedagógicas. Maciel (2019) apresenta o *chatbot* Maciel cujo objetivo é ser um assistente institucional, auxiliando os estudantes com questionamentos acadêmicos. Bulhões et al. (2020) propõem o desenvolvimento de um agente de conversação digital, denominado Professora Vitória, para auxiliar no ensino da leitura.

Oliveira (2020) discorre sobre a construção de um *chatbot* para atuar como assistente virtual no AVA da FURG utilizando a plataforma *Watson Assistant*. Andrade et al. (2020) apresentaram o *EvaTalk*, solução para a plataforma da Escola Virtual do Governo Brasileiro que visa servir como um assistente de atendimento ao cliente nas demandas com foco administrativo. Todos os trabalhos listados como estado da arte possuem boas práticas e análises que foram consideradas nesta pesquisa, contudo utilizam abordagens diferentes, com exceção de Oliveira (2020) e Andrade et al. (2020), cujos conceitos se aproximam dos utilizados neste trabalho, principalmente com relação ao processo e ao objetivo final do *chatbot*. O uso de tecnologia proprietária do *Watson*, feito por Oliveira (2020), é um fator complicador devido ao uso de informações da instituição e dos estudantes por parte de terceiros, além do objetivo geral do trabalho ser voltado para responder dúvidas frequentes, enquanto o *chatbot* Alfa se concentra no conteúdo e interações dos estudantes. A diferença quanto ao trabalho de Andrade et al. (2020) está relacionada ao contexto pois ele é destinado às interações focadas em atividades administrativas, enquanto o Alfa é voltado ao auxílio de alunos e professores/tutores.

### **3. Métodos**

O processo metodológico científico-tecnológico foi dividido em seis fases, das quais este artigo se limitará a apresentar e discutir três delas, a saber: análise indireta de interações no AVA do <omitido para revisão>, codificação do *chatbot* em um processo iterativo e incremental e validação da acurácia e aceitação do *Chatbot*. As fases de levantamento bibliográfico, *survey* com professores visando o acompanhamento das atividades e interações nos AVA e análise de competidores já foram publicadas em outros trabalhos. Foi conduzido um *survey* para coletar a percepção de professores e tutores em relação ao acompanhamento das interações e atividades nos AVAs de diversas instituições de ensino do país. Objetivou-se investigar as dinâmicas de uso dos AVAs e a perspectiva da utilização de agentes conversacionais inteligentes no auxílio às práticas da educação a distância. Com a aplicação desta etapa metodológica foram observadas as necessidades dos professores e tutores, assim como suas principais dificuldades (Santos et al., 2021a).

Na fase de Análise de Competidores foram analisados cenários candidatos para o desenvolvimento de *chatbots* educacionais por meio de uma análise comparativa utilizando a metodologia científica *Benchmark*. A metodologia de *Benchmark* foi utilizada devido à sua capacidade de expor as características de cada objeto analisado e compará-los, possibilitando levar em consideração também o contexto de aplicação. Quarenta e três plataformas e *engines* foram analisadas com base nos detalhes da classe do problema, que apontou o framework *Rasa NLU* (Natural Language Understanding ou Processamento de Linguagem Natural em Português) como o mais adequado, oferecendo, portanto, a possibilidade de tomada de decisão mais assertiva, expondo as características desejadas para um *chatbot* no contexto da aprendizagem online (Santos et al., 2021b).

#### **3.1. Análise Indireta das interações do AVA Moodle do <omitido para revisão>**

Solicitou-se o acesso aos dados do histórico das interações de algumas disciplinas de diferentes cursos a distância do <omitido para revisão> no AVA Moodle com o objetivo de analisar os tipos mais frequentes de perguntas dos estudantes nas ferramentas de mensagem direta, fórum de discussão e outras ferramentas colaborativas assíncronas, com o objetivo de mapear diferentes perguntas realizadas e demandas gerais a fim de moldar a base de conhecimento do agente conversacional a ser desenvolvido.

Foi fornecido o acesso aos dados das disciplinas de Fundamentos da Educação a Distância, Gestão de Operações e Logística, Introdução à Linguística, Matemática Discreta, Orçamento Público e Programação Orientada a Objetos, presentes nos cursos de Licenciatura em Letras, Bacharelado em Administração Pública e Licenciatura em Computação. Objetivou-se mesclar disciplinas de cursos com natureza ou perfis distintos, possibilitando uma maior abrangência e diferentes tipos de perguntas e respostas. O acesso foi fornecido através do portal do Moodle, por meio de uma conta criada contendo acesso aos cursos. A coleta foi realizada de forma manual, analisando as interações e registrando os tipos de perguntas mais frequentes e relevantes. Todos os dados que poderiam identificar a autoria dos usuários foram devidamente desprezados, visando manter o sigilo e a integridade dos envolvidos.

As interações dos usuários foram importantes para agregar aos dados aspectos da linguagem natural no contexto empregado, orientando mudanças nos fluxos conversacionais, principalmente quando os usuários não reagem bem às respostas ou apresentam dificuldades em seguir o fluxo projetado. O volume de dados disponibilizados para análise não foi muito abrangente, sendo contabilizadas 1223 interações nos cursos solicitados do Moodle. Visando prover ao projeto do *chatbot* uma flexibilidade suficiente para atender os diversos cursos de maneira satisfatória, foi realizada uma análise dos dados, mapeamento das palavras mais utilizadas e possíveis expressões e perguntas a serem utilizadas como dados de treinamento do modelo do *chatbot*.

Foi realizado, em uma primeira etapa, uma análise na amostra das palavras ou termos mais utilizados para obter uma referência sobre quais os assuntos mais recorrentes na plataforma, por professores, tutores e alunos. Esta etapa prosseguiu com tratamento nos dados, na qual foi realizado o processamento do texto removendo pontuação e *stopwords*, além de padronizar todas as palavras em caixa baixa, gerando tokens da amostra ao final do processamento. Os resultados obtidos apresentaram a palavra "atividade" como a mais utilizada na amostra. Porém, verificando de forma mais abrangente, muitos dos termos apresentados no ranking das 30 palavras mais utilizadas eram adjetivos, verbos e advérbios, além de não contabilizar de forma distinta palavras no singular e plural.

Em uma segunda análise, além do tratamento aplicado anteriormente, foi aplicado o NLP (*Natural Language Processing*) do Spacy utilizando uma análise contextual para obter o POS (marcação de parte do discurso), que se trata de um processo de marcar palavras no texto relacionadas a uma parte específica do discurso com base em seu contexto. Esse processo identificou palavras como substantivos, pronomes, verbos, adjetivos, entre outros, além de fornecer o LEMMA, que retornou palavras na sua forma base, tratando os termos no plural. Para esta segunda análise, foram removidos *tokens* classificados como verbos, advérbios, adjetivos, pronomes, pontuações, nomes próprios e números, obtendo resultados mais precisos.

A palavra "atividade" novamente apresentou a maior quantidade de menções na segunda etapa de análise, com um quantitativo superior ao da primeira análise devido ao tratamento realizado. Foi possível perceber que a busca por "nota", "dúvida" e "questão" são bastante relevantes no contexto, além de muitas palavras de cunho temporal estarem

presentes, como "dia", "tarde", "noite" e "semana", podendo relacioná-las a funcionalidade do Moodle Calendário. Palavras como "disciplina", "fórum", "aula", "material", "avaliação", "conteúdo", "exercício" e "mensagem" também são bastante mencionadas, porém com menor ênfase que as primeiras. Palavras como "aluno", "professor" e "professora", apesar de estarem presentes, não foram diretamente consideradas na análise por se tratar dos atores que compõem o cenário. Com essa análise, foi possível obter insumos para definição do escopo do *chatbot* quanto às suas áreas de atuação, sendo eles: Provas e Atividades; Aulas; Arquivos e Material; Gravações; Fórum; Disciplinas e Mensagem Direta.

Para o treinamento do *chatbot*, conforme indicado por Sharma and Joshi (2021), prevê-se a criação de um modelo de classificação. As entidades e intenções relacionadas às conversações são obtidas por meio das entradas fornecidas, visando direcionar a pergunta para o fluxo correto da interação. Apenas cerca de 30% dos registros foram considerados relevantes para o treinamento por possuírem uma abordagem mais geral com relação à conversação. A maior parte dos dados disponibilizados apresentaram informações fora do escopo de interesse para o modelo de classificação, a saber: dados não relacionados diretamente aos cursos, conversas de temas diversos ou comentários de apoio e temas muito específicos das áreas coletadas, como solucionar um código fonte defeituoso e dúvidas sobre cálculos matemáticos.

Objetivando aumentar a quantidade de registros a serem utilizados como base de treino, foi utilizada a ferramenta AnswerThePublic para a geração de perguntas mais gerais e aleatórias, no qual algumas palavras-chave, as quais eram relacionadas ao contexto de atuação do *chatbot*, são informadas na ferramenta e perguntas genéricas, relacionadas aos temas informados, são formuladas utilizando como base algoritmo de buscas, auxiliando assim na criação do *dataset* a ser utilizada no treinamento e testes dos modelos do projeto do *chatbot*. Com relação aos assuntos mais específicos, eles são tratados de forma dinâmica, levando o *chatbot* a se aperfeiçoar conforme evolui.

Ao final de todas as etapas anteriores, adaptando os registros obtidos por meio do AnswerThePublic de forma a se adequar melhor ao contexto do projeto do *chatbot*, foi possível produzir 315 registros para base de treinamento, abrangendo os diversos contextos estabelecidos inicialmente como sendo requisitos no desenvolvimento do *chatbot*. Os dados foram tratados e normalizados com relação à acentuação, tabulação, caracteres especiais e uso de minúsculas e maiúsculas, além da realização de agrupamentos. Com base no escopo obtido nesta análise, a criação dos requisitos e modelagem para o projeto do *chatbot* foi viabilizada, e através do tratamento dos dados, possibilitou a criação de modelos de NLP.

Com relação ao escopo das perguntas e respostas do Chatbot, obtido com base no *survey* e nos tópicos mais abordados obtidos na análise indireta de interações, a Tabela 1 apresenta o foco e os principais tópicos considerados. Ao final do projeto, o *chatbot* deveria ser capaz de atender aos assuntos listados e ser capaz de responder sobre o conteúdo presente dentro do AVA, relacionando ao usuário que estiver interagindo. Verificou-se a necessidade de guardar um histórico de conversação para identificar eventuais problemas e erros, possibilitando o aprimoramento dos modelos gerados.

**Tabela 1: Foco e tópicos do Chatbot.**

Foco	Tópicos
Provas e Atividades	Conteúdo das Provas ou Atividades   Data das Provas ou Atividades   Nota das Provas ou Atividades
Aulas	Assunto da Aula   Data da Aula   Busca por Conteúdo da Aula
Arquivos/Material	Arquivos Disponíveis   Conteúdos Relacionado ao Arquivos   Links Relacionados a Arquivos
Gravações	Links Relacionados   Download da Gravação   Conteúdo Relacionado a Descrição da Gravação
Fórum	Assuntos e Conteúdos
Disciplinas	Informações das Disciplinas e Matrícula
Mensagem Direta	Indicar Mensagem Direta ao Professor/Tutor

Como a proposta do *chatbot* é fornecer uma primeira assistência ao usuário, fornecendo um auxílio a buscas mais gerais dentro do Moodle, os focos listados abrangem as principais atividades relacionadas ao AVA. Para realizar o levantamento dos requisitos que atendessem ao escopo levantado, foi necessário que algumas perguntas fossem definidas antes de iniciar a modelagem: Que tipo de pergunta vou receber e qual o contexto delas? Como será a interação entre o usuário e o chatbot? Por meio da Análise de Interações, foi possível responder a primeira pergunta, a qual identifica os tipos de perguntas que são realizadas através do AVA Moodle, assim como o contexto no qual essas perguntas estavam aplicadas. Contudo, a forma de interação com o *chatbot* ainda precisava de uma definição clara, assim como a definição dos requisitos funcionais a serem desenvolvidas no projeto.

Para responder a segunda pergunta, a análise das respostas do *survey* concluiu que o formato de conversação preferido dos entrevistados seria através do formato textual integrado ao AVA. Foi estabelecido que a forma de interação teria um fluxo aberto de conversação, no qual o usuário pode digitar livremente, cabendo ao *chatbot* interpretar o que o usuário digitou e responder de acordo com a intenção compreendida. Visando estabelecer o possível comportamento que o *chatbot* deveria apresentar em uma conversação fluida, foi elaborado um fluxograma que representa, de forma geral, o passo a passo do fluxo de tarefas realizadas pelo *chatbot* durante a interação com o usuário, como pode ser visto na Figura 1.

### **3.2. Arquitetura e Desenvolvimento do Chatbot Alfa**

Para um *chatbot* conversacional, são necessárias duas estruturas visando prover o suporte a interação: um processador NLU, responsável por tratar e processar mensagens do usuário para padrões legível pela máquina, e um sistema de gestão do diálogo, que recebe a saída do processador NLU e produz uma resposta, com base no contexto ou regra de negócio. O projeto previu que a solução atuasse de forma integrada ao AVA Moodle, no qual disponibilizará uma interface de entrada para a interação com o Alfa. As camadas foram distribuídas de forma simples, contendo Interface, *Chatbot* e BD (Banco de Dados), definindo assim a arquitetura conforme é apresentado no esquema da Figura 2. Na camada de Interface, o usuário percebe, ao se autenticar no AVA, a disponibilidade do serviço do *chatbot* Alfa para interação, no qual as mensagens enviadas através da camada de Interface, disponível no Moodle, são recebidas na camada de *Chatbot*.

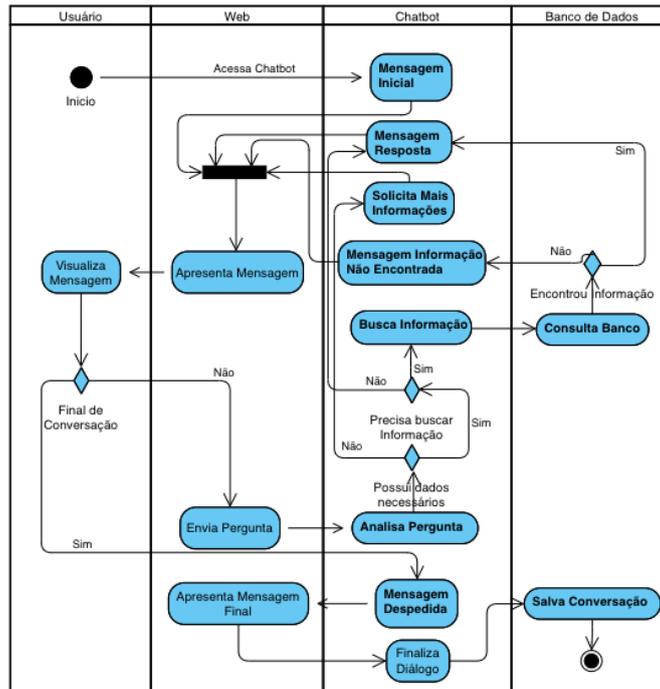


Figura 1. Diagrama de Fluxo Durante uma Interação com o Chatbot

Nesta camada, as mensagens do usuário são pré-processadas, analisadas, abstraindo uma intenção, e respondidas de acordo com análise da inteligência conversacional, retornando uma mensagem a camada de Interface. Dependendo da intenção abstraída, a camada do *Chatbot* faz acesso a camada de BD, realizando consultas às bases de dados do AVA. Contudo, independente da mensagem, toda a interação realizada é armazenada no banco de dados do *chatbot* ao final da conversação. Todo o processo ocorre em tempo de execução, exceto a criação do Modelo do *Chatbot*, que é gerado previamente a fim de fornecer uma base inicial de conhecimento para a aplicação, sendo aperfeiçoado conforme é utilizado.

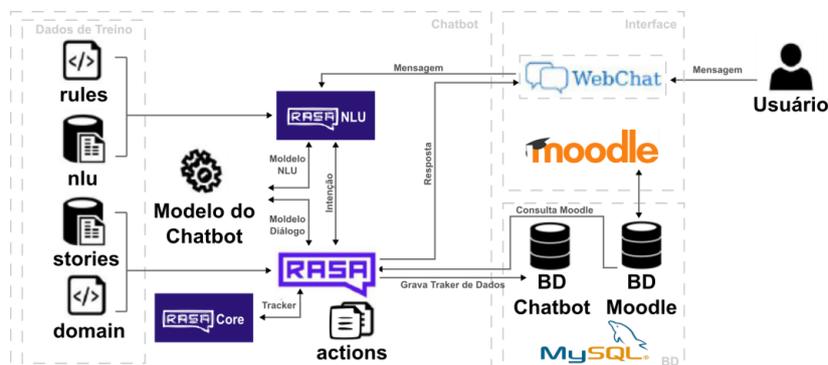


Figura 2. Arquitetura do Chatbot Alfa

O *plugin* escolhido para fazer a ponte entre o usuário do Moodle com o Alfa foi o Webchat, que além de ser facilmente adaptável, apresenta uma implementação e configuração simples de ser aplicada no AVA Moodle, possuindo também um bom

suporte na comunidade do Rasa quanto ao seu uso, possíveis configurações e resoluções de problemas. A aplicação do WebChat, através de um código HTML adicional do Moodle, facilitou até mesmo a verificação dos resultados de forma mais rápida, devido aos efeitos de sua inserção serem imediatos, iniciando seu funcionamento imediatamente após aplicado.

Com os dados disponibilizados na etapa de Análise das Interações, foi possível definir uma base inicial para o treinamento do chatbot. Os dados de treinamento do NLU consistiram em exemplos de enunciados do usuário categorizados por Intenção e Entidades, que são informações estruturadas extraídas da mensagem de um usuário. Os dados referentes a essas perguntas passaram por uma transformação para se adequar a estrutura de análise do Rasa NLU, no qual deve-se informar, nos dados de treinamento, as palavras-chave a serem consideradas no processamento para criar um modelo de classificação adequado diante das perguntas fornecidas.

Como exemplo, na intenção “prova\_calendario” de uma pergunta “Haverá prova na semana que vem?”, a palavra "prova" foi mapeada para a entidade "categoria" e a expressão "semana que vem" foi mapeada para a entidade "chave" como sendo uma relação temporal, sendo esta estrutura de construção aplicada para as demais relações entre as intenções e entidades nas orações utilizadas no NLU do projeto. As Entidades são indicadas nos exemplos de treinamento com o nome da entidade, a qual pode-se associar também sinônimos, funções ou grupos. Foi realizado também um levantamento dos sinônimos e variações das palavras e expressões mapeadas nos registros utilizados no treinamento, objetivando tornar o modelo de NLU utilizado pelo Alfa mais flexível para as diversas formas de escrita que o usuário poderá utilizar. As Intenções criadas para o Alfa foram definidas de acordo com os requisitos propostos na Tabela 1, somadas a algumas intenções que visam tornar a conversa mais fluida, sendo consideradas neste projeto como intenções "Padrão" do *chatbot*, relacionadas a saudação, continuação, finalização, pedidos de ajuda, pedidos por mais informações, identificação de palavras.

A escolha das entidades (Entidade), que é uma definição do Rasa para tipos de entradas-chave a serem consideradas no NLU, foi realizada analisando a necessidade de haver entidades representativas, responsáveis por agregar as informações necessárias para possibilitar a conversação e que são utilizadas diretamente no fluxo da interação: "categoria", "chave", "disciplina" e "curso"; e a necessidade de entidades de suporte, utilizadas em situações diversas da conversação, que são as de "usuario", "id\_usuario", "host", "profane\_word" e "form\_question\_required". Além das definições das intenções e entidades, foram definidas as Ações (*Actions*), as Histórias (*Stories*) e as Regras (*Rules*). Definiu-se o componente ProfanityAnalyser para detectar palavras impróprias em português utilizando bibliotecas do Rasa e NTKL, adaptando-os para que atendessem as necessidades do projeto de forma simples e objetiva.

### **3.3. Avaliação de Desempenho e Validação com Usuários**

Para avaliar a acurácia do Alfa, o modelo do *chatbot* gerado a partir do treinamento passou por duas etapas bem definidas, sendo elas: os testes do modelo, no qual o modelo treinado foi avaliado por meio de análises estatísticas para verificar sua acurácia e evolução; e uma validação funcional, aplicando testes funcionais manuais e um questionário de avaliação com usuários reais em um ambiente controlado. Com a análise dos testes no modelo foi possível verificar a capacidade de previsão do modelo treinado

com relação às intenções e entidades mapeadas, e com a validação funcional foi possível analisar as respostas do Alfa quanto à interação com o usuário.

Criou-se uma divisão de dados de treinamento e teste, na proporção 80/20, sendo os dados de treinamento utilizados progressivamente, objetivando analisar a evolução dos modelos gerados conforme os dados iam sendo adicionados. Como o treinamento não é completamente determinístico, todo o processo foi repetido três vezes para cada configuração especificada no teste, produzindo um gráfico de desvio-padrão do *f1-score* relacionado com a evolução dos modelos gerados para o percentual dos dados de treinamento inseridos. Para análise geral do *chatbot* Alfa, deu-se preferência para os testes de validação cruzada, utilizando *k-fold*, possibilitando avaliações mais complexas e completas do *pipeline* definido através do treinamento de vários modelos utilizando subconjuntos dos dados de entradas disponíveis, avaliando-os frente ao subconjunto complementar. No teste realizado utilizando *k-fold* igual a 5, estabelecendo assim a proporção de 80/20 para cada análise, os resultados permitiram avaliar o estado atual do modelo, tanto com relação à previsão de entidades quanto a de intenções, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2. Resultado Geral do Teste de Validação Cruzada.**

	Base treino			Base Teste		
	Acurácia	F1-Score	Precisão	Acurácia	F1-Score	Precisão
<b>Entidade</b>	0,998	0,998	0,997	0,929	0,888	0,894
<b>Intenção</b>	0,99	0,99	0,991	0,703	0,678	0,7

Na análise da extração de entidades, que detêm o foco na avaliação do classificador aplicado ao modelo, os testes apontaram excelentes resultados, apontando 0,998 de acurácia no treinamento e 0,929 quando aplicados os dados de teste. O teste avaliou as duas intenções representativas do projeto, sendo elas "chave" e "categoria", além de verificar o que não era classificado como entidade, utilizando 290 amostras de suporte durante a execução do teste. A análise da matriz de confusão apontou a efetividade do modelo na descoberta das entidades representativas, apresentando altos índices de acertos na classificação com poucos erros. Com relação a análise da previsão de intenções, o modelo apresentou resultados satisfatórios, apontando 0,99 de acurácia no treinamento e 0,703 quando aplicados os dados de teste. A análise da matriz de confusão apontou a necessidade de fornecer mais dados para o treinamento de algumas intenções, porém, visualizando de forma geral, apresentou um padrão satisfatório. O teste avaliou 15 intenções, das 16 descritas no projeto, contendo 295 amostras de suporte para todo o teste. Removeu-se a intenção "identifica\_palavra", que está relacionada ao ProfanityAnalyzer, devido a sua extração não ser realizada através do modelo, e sim através do componente em tempo de execução.

Para a validação do *chatbot* com usuários foram realizadas duas atividades complementares: testes funcionais manuais, no qual os usuários realizaram testes das funcionalidades desenvolvidas através de interações com a interface do *chatbot* em ambiente controlado; e análise de aceitação da tecnologia utilizando a metodologia TAM (*Technology Acceptance Model*), por meio de um questionário elaborado sob três pilares, a saber: utilidade, facilidade de uso percebida e intenção de uso futuro. Para a realização dos testes funcionais, foi criado um Plano de Testes com base nos requisitos especificados do *chatbot*, no qual foram especificados as diretrizes e os cenários de testes das

funcionalidades implementadas. Além das funcionalidades dispostas nos requisitos funcionais, o PT também contemplou as funcionalidades de suporte, as quais possibilitam uma conversa mais fluida. O teste foi realizado por seis usuários, sendo três estudantes de mestrado, dois de graduação e um professor. Cada usuário realizou as 16 tarefas, culminando nos status “PASSOU” ou “FALHO”. Os testes de três usuários apresentaram o resultado PASSOU em todas as tarefas, dois usuários apresentaram o resultado FALHO em uma tarefa e um usuário apresentou o resultado FALHO em quatro tarefas. Os resultados foram considerados satisfatórios, visto que 90 das 96 interações dos usuários como *chatbot* foram bem-sucedidas.

A análise das respostas do questionário que mede a aceitação da tecnologia também foi satisfatória. Com relação às funcionalidades implementadas, a avaliação foi positiva, não tendo, por parte dos usuários que testaram o sistema, uma rejeição às interações realizadas, tanto para a resposta em si, quanto para o formato das respostas e seus links. A análise apontou que as funcionalidades de Notas e Atividades apresentam a melhor impressão para os usuários, sendo as funcionalidades relacionadas a Data apontada como a menor impressão positiva, sendo avaliado por três dos usuários com "Concordo Parcialmente". A análise das funcionalidades relacionadas a Assuntos e Materiais e as questões gerais do curso obtiveram uma ótima aceitação geral, sendo a primeira avaliada com "Concordo Plenamente" por todos os usuários, e a segunda avaliada, com o mesmo indicador, por cinco usuários.

O questionário possibilitou analisar também a impressão do usuário em relação a assistência que o *chatbot* pode oferecer. Quanto à capacidade de agilizar o tempo de resposta dos professores aos alunos o *chatbot* apresentou uma ótima avaliação com cinco dos seis usuários concordando plenamente com a questão. Já quando avaliado com relação às alternativas às perguntas, em caso de não encontrar respostas, o *chatbot* teve apenas uma boa avaliação, com quatro dos seis usuários assinalando com "Concordo Parcialmente", o que indica um ponto de melhoria nas novas versões do *chatbot* Alfa. Quanto à facilidade de compreensão e satisfação em utilizar o *chatbot*, ambos obtiveram ótimas avaliações, sendo assinalado com "Concordo Plenamente" por quatro dos seis usuários avaliadores.

#### **4. Conclusões**

Um avanço que este trabalho traz frente ao estado da arte e difere das abordagens apresentadas nos trabalhos relacionados está no fato de que além de promover uma melhor interação com os usuários, ele possa realizar tarefas relacionadas à tutoria no acompanhamento das tarefas dos alunos, transformando-o em um assistente virtual multifuncional para a plataforma de ensino a distância Moodle. Com relação à acurácia do *chatbot* Alfa, os resultados apresentados sugerem que o modelo, com relação às intenções, pode ser aperfeiçoado, seja com o uso cotidiano ou com o treinamento utilizando um conjunto maior de dados. Alimentar o modelo com novos dados possibilitará refinar a descoberta e a associação correta de intenções, fazendo com que o *chatbot* evolua conforme seja utilizado. Com relação às entidades, por outro lado, se mostrou bem ajustado, retornando um baixo índice de falhas na classificação. Para a validação do *chatbot* com usuários utilizando um plano de testes funcionais e o modelo TAM (Technology Acceptance Model), os resultados foram muito satisfatórios.

## Referências

- Alencar, M. A., and de Magalhães Netto, J. F. (2010, June). CyberPoty: Um Chatterbot 3D para Interação com usuários de um Portal de Educação a Distância. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (Vol. 1, No. 1, pp. 1417-1420).
- Alves, M. A., Medeiros, F. P. A., and Melo, L. B. (2020). Levantamento do Estado da Arte sobre Aprendizagem baseada em Problemas na Educação a Distância e Híbrida. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 61-71). SBC.
- Andrade, G. G., Silva, G. R. S., Júnior, F. C. M. D., Santos, G. A., de Mendonça, F. L. L., & de Sousa Júnior, R. T. (2020). EvaTalk: A chatbot system for the Brazilian government virtual school. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2020)*.
- Borges, D. (2020). Ensino a distância na quarentena esbarra na realidade de alunos e professores da rede pública. BBC. São Paulo, 11 maio 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52568678>>. Acesso: 06 de Julho de 2023.
- Bulhoes, D. B., Assis, L. P., Bodolay, A. N., Andrade, A. V., & Pitangui, C. G. (2020). Professora Vitória: um Chatbot para o ensino da Leitura. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 451-460). SBC.
- Clemente, B. G. R. (2016). Um Ambiente para Construção de Chatterbot com Evolução Dinâmica da Base de Conhecimento. *Postgraduate Dissertation in Informatics. Vitória-ES. UFES*.
- Oliveira, J. D. S. (2020). *Assistente virtual integrado ao AVA FURG como recurso de apoio acadêmico: uma experiência com redes neurais recorrentes* (Master's thesis).
- Medeiros, F. P. A., and Gomes, A. S. (2022). An approach based on social network analysis to enhance social presence in a collaborative learning environment. *IEEE Transactions on Education*, 65(4), 608-616.
- Medeiros, F., Gomes, A. S., Amorim, R., and Medeiros, G. (2013). Architecture for social interactions monitoring in collaborative learning environments as a support for the teacher's awareness. In *2013 IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 123-127). IEEE.
- Maciel, H. B. (2019). Ferramentas e Criação de Chatbot – Maciel O Robô Acadêmico. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso de Engenharia de Software. Russas - CE.
- Neto, A. J. M., Fernandes, M. A., & Amiel, T. (2020). Chatbot e Análise Conversacional para Recomendação da Aprendizagem Colaborativa na EaD. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 1142-1151). SBC.
- Penteadó, R. Z., and Costa, B. C. G. D. (2021). Trabalho docente com videoaulas em EAD: dificuldades de professores e desafios para a formação e a profissão docente. *Educação em Revista*, 37, e236284.
- Santos, V. M., Lima, T., de Medeiros, F. P. A., Rodrigues, N., Lira, H., and Silvano, H. L. (2021). An Exploratory Analysis on the Perception of Teachers regarding the Monitoring of Interactions and Activities in the Collaborative Tools of Virtual

Learning Environments. In *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.

Santos, V. M. R., Medeiros, F. P. A., Lira, H. B., & Rodrigues, N. N. (2021). Benchmark Application for Scenario Analysis in the Educational Chatbots Development. In *2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 302-309). IEEE.

Sharma, R. K., & Joshi, M. (2020). An analytical study and review of open source chatbot framework, rasa. *Int. J. Eng. Res*, 9(06), 1011-1014.