

# Database-driven Chatbot

Eduardo Neves  
Universidade de Coimbra  
email@example.com

## Abstract

No panorama atual vê-se em várias plataformas algoritmos de comunicação com pessoas. Entre muitas aplicações, estes podem ser encontrados em vários *websites* banais. A sua utilidade no mundo empresarial viu até crescer mecanismos de construção personalizada de *Chatbots*. Neste trabalho planeia-se desenvolver os mecanismos para a construção de um *Chatbot AI* a partir de *Machine Learning*.

## 1 Introdução

Uma *Conversational AI* é um algoritmo de Inteligência Artificial que simula conversação humana com implementação em vários meios. Há dois tipos de *Chatbots*: de domínio fechado, que responde com mensagens prédefinidas e generativos, que geram as respostas consoante o *input*. Com *Machine Learning* (ML) o modelo aprende com dados de um conjunto. Um conceito comum neste campo é o de processamento de linguagem natural (NPL em inglês) que se preocupa com a interação entre humanos e máquinas.

## 2 Dados e Abordagem

Os dados para um *Chatbot* baseiam-se principalmente em sequências de interações entre partes. Os *datasets* podem variar entre pergunta e resposta, e e-mails trocados ou conversas em plataformas online entre indivíduos. Para este trabalho foi usado um conjunto de dados baseado em legendas de filmes para português.

### 2.1 Conjunto de dados

O pacote de dados usado foi tirado do projeto "OPUS ... the open parallel corpus" [OPUS, 2022], um 'corpus' de textos traduzidos da internet baseada em produtos 'open source'. Este conjunto é atualmente distribuído pela plataforma "opensubtitles" [opensubtitles, 2022] [Lison and Tiedemann, 2016], de onde foi retirado o conteúdo.

Como o foco do projeto é um algoritmo em português, retirou-se o dataset "pt", que coleciona mais de 400000 ficheiros de legendas de filmes até o ano de 2017. Separados por anos, alguns filmes contam com várias versões do mesmo filme. O seu tratamento é explicado na secção seguinte.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" id="145" />
<time value="00:01:11.200" id="145" />
<u xpos="14.1" head="14.2" feats="Gender=Male|Number=Sing|PronType=Ind" upos="DET" lemma="outro" id="14.1" deprel="det" Outros:/>
<u xpos="NOUN" head="14.9" feats="Gender=Male|Number=Sing" upos="NOUN" lemma="dia" id="14.2" deprel="nsubj" dia:/>
<u xpos="CONJ" head="14.4" upos="CONJ" lemma="e" id="14.3" deprel="cc" e:/>
<u xpos="PROPN" head="14.2" feats="Gender=Fem|Number=Sing" upos="PROPN" lemma="Bracca" id="14.4" deprel="con" Bracca:/>
<u xpos="ADJ" head="14.9" feats="Number=Sing|Person=Ill|Tense=Pres|Voice=Indicative" upos="ADJ" lemma="está" id="14.5" deprel="cop" está:/>
<u xpos="NOUN" head="14.9" feats="Gender=Fem|Number=Sing|PronType=Tot" upos="NOUN" lemma="cada" id="14.6" deprel="nmod:poss" cada:/>
<u xpos="ADP" head="14.8" feats="Gender=Fem|Number=Sing" upos="ADP" lemma="vez" id="14.7" deprel="case" vez:/>
<u xpos="NOUN" head="14.6" upos="NOUN" lemma="mais" id="14.8" deprel="nmod:poss" mais:/>
<u xpos="ADP" head="14.9" upos="ADP" lemma="para" id="14.9" deprel="case" para:/>
<u xpos="ADP" head="14.12" upos="ADP" lemma="de" id="14.10" deprel="case" de:/>
<u xpos="DET" head="14.12" feats="Definite=Def|Gender=Fem|Number=Sing|PronType=Art" upos="DET" lemma="a" id="14.11" deprel="det" a:/>
<u xpos="NOUN" head="14.9" feats="Gender=Fem|Number=Sing" upos="NOUN" lemma="vítoria" id="14.12" deprel="obl" vitória:/>
<u xpos="NOUN" head="14.9" upos="NOUN" lemma="v" id="14.13" deprel="punct" />
tag = time (close)
```

Figure 1: Formato original do *dataset* para um filme aleatório

```
"line 1": "UMA NOITE ORIGINAL, NÉPHEX STRANGER NÃO FOI EM 1. FOI O 2.", "line 2": "Lá", "line 3": "Éis o que o matou", "line 4": "Foi de confusão em  
sua", "line 5": "Eu sei", "line 6": "Diz que ele lhe deu um telefonado inútil e lhe disse para o atirar a água? Vê este é o verdadeiro", "line 7":  
"Coloque o alguém em o local", "line 8": "A? Diz que o Sr.", "line 9": "Lá fez isso? Dove", "line 10": "Achas que eu queria fazer isto? Pensa em o que  
fizeste isto me fez sentir", "line 11": "Fizeste mais de o que fizeste", "line 12": "O que é que pode provar que o Sr.", "line 13": "Lá é o responsável?  
Não se vê logo? Isto é necessário entre nós? Então, Huang? Si-mok? Vamos ser sinceros um com o outro, de honestos para honestos", "line 14": "Até quando temos  
de trair os instintos por as razões e por as provas? Já cinto", "line 15": "Sei que também achas que ele é o responsável", "line 16": "Não é? Está a ser  
mais do que ridículo", "line 17": "Como? Está a fazer essa alegação sem provas", "line 18": "É ridículo", "line 19": "Isto é tudo culpa tua", "line  
20": "Nada de isto terá acontecido se não tivesse dito que fizesse a reunião? Certo", "line 21": "Mas os meus amigos ficaram envergonhados com isso",  
"line 22": "Nada saber", "line 23": "Por os vossos gostos de ser amado em viril", "line 24": "Fale a sério a minha com noção", "line 25": "Largas em
```

Figure 2: Formato alterado de um filme aleatório do conjunto

### 2.2 Tratamento dos dados

Com o conjunto de dados inicial com redundâncias e pouco estruturado, procurou-se correr um pequena organização à informação. A organização do fluxo de entrada para treino é feita aquando a inicialização do processo.

#### Redução de redundâncias

Como referido, algumas versões do mesmo filme são dispostas e organizadas em conjunto. Ao remover este entrave, pode-se remover uma camada na diretoria e agrupar apenas por ano. Apesar desta diferenciação não ser necessária poderá ser útil em comparações ortográficas ou até numa maior confiança de traduções mais recentes. Para seleccionar o ficheiro mais relevante apenas se retirou o ficheiro com menor volume de espaço no disco para 'performance'.

#### Alteração do formato

O *dataset* original continha apenas ficheiros em .xml, com muitos elementos, como tempos e personagens, desnecessárias a este trabalho. Outra especificação sem relevância é a separação por palavras das falas de cada personagem. Simplificou-se então para um formato .json, onde cada entrada é a fala de uma personagem. Manteve-se a separação dos ficheiros por filmes.

#### Redução de amostragem

Para além da redução na alteração do formato, reduziu-se também a quantidade de dados usados para o programa. Utilizou-se apenas filmes a partir de 2000, o que resultou

em 37851 filmes, com uma média de 455 falas de personagens. Este ainda assim é um número muito grande de filmes, mas manteve-se para manutenção da utilidade do conjunto, além de uma maior escolha entre filmes de vários anos para possível teste.

### Preparação para treino

Na língua portuguesa deparamo-nos com vários acentos e outros símbolos como os traços (como exemplo "ensino-te"). Quanto aos acentos, a sua manutenção é imperativa para boa leitura e para remoção de confusões entre palavras (como por exemplo "estás" e "estas"). Por outro lado, os traços foram retirados, já que a flexão dos pronomes quanto ao número e género é demasiado vasta para garantir um vocabulário conciso por parte do modelo. Outros símbolos de sintaxe e gramaticais foram retirados aquando a preparação para treino.

## 2.3 Modelo

### LSTM

A 'Long Short Term Memory' (LSTM) é uma rede neuronal recorrente capaz de aprender a dependência em problemas de predição. Este é útil em tradução, reconhecimento de fala e, direccionado para este tópico, simulação de conversação humana. Mais sobre este tipo de redes, elas têm um estado interno que consegue representar informação em contexto [Bengio *et al.*, 1994].

### Seq2seq

A metodologia 'sequence-to-sequence' (seq2seq) é a peça-chave do trabalho. A metodologia utiliza modelos de 'Machine Learning' (ML) para obter uma sequência como entrada, num domínio, e convertê-la para uma representação noutra domínio.

O *seq2seq* baseia-se num bloco *encoder* que lê a série de entrada a partir de um vetor de dimensionalidade fixa e um bloco *decoder* que extrai a frase. Ambos estes blocos são células LSTM e são treinados ao mesmo tempo [Sutskever *et al.*, 2014]. Entre eles há um vetor de contexto que encapsula todo o sentido da frase.

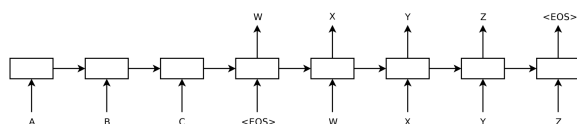


Figure 3: Ilustração da metodologia. os primeiros quatro retângulos referem-se à camada *encoder* enquanto o resto pertence à *decoder* [Sutskever *et al.*, 2014]

No momento inicial, quando é fornecida uma sequência ao modelo, a frase terá de caber no vetor fixo, portanto leva um *padding*. À sequência acrescenta-se a componente "<PAD>". Ao passar pelo vetor, o *decoder* inicia com o comando "<START>", ou "<GO>" como usado neste trabalho, para iniciar a produção da saída. A sequência é completa com a expressão "<EOS>" que simboliza o final do *output*. Para expressões que o algoritmo não reconhece lança-se o comando "<UNK>".

Para além destas, estes modelos contemplam ainda duas camadas de 'embedding', para cada um dos blocos referidos. Esta reduz a dimensão dos vetores de entrada e representam melhor estas sequências !!!!!!!.

### 'Attention'

Em ML esta técnica tem o objetivo de reproduzir atenção cognitiva (comportamento humano). o efeito traduz-se em realçar algumas partes da entrada, enquanto diminui outras, mudando o foco da informação dada. Este método é também sensível ao contexto, algo que é tido em conta no treino da máquina.

## 2.4 Código utilizado

O modelo base foi retirado da plataforma Github, do repositório Seq2Seq-Chatbot [Sojasingarayar, 2020b]. Este modelo usa o módulo *tensorflow* para os processos de ML.

No trabalho citado foi também usado um *dataset* de filmes, o 'Cornell Movie Dialog Corpus' [Danescu-Niculescu-Mizil and Lee, 2011]. Este dispunha de 304713 entradas para treino num ficheiro .txt também disponibilizado.

Parâmetros	Config1	Config2
'batch size'	128	512
tamanho 'embedding'	128	512
tamanho RNN	128	512
'epochs'	500	100

Table 1: Excerto da tabela fornecida pela autora [Sojasingarayar, 2020a]

Seguiu-se com a configuração 1 para este trabalho onde a autora conseguiu valores de exatidão na ordem dos 62% e de perda de 19% [Sojasingarayar, 2020a].

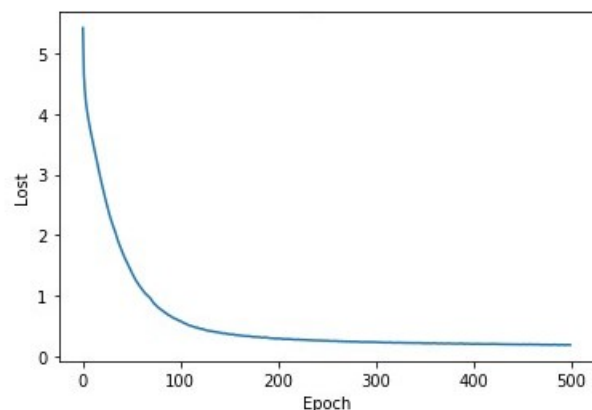


Figure 4: Gráfico fornecido pela autora e pretendido para o trabalho

Na abordagem para este trabalho, pegou-se no *script* de 'Python' referente ao modelo na íntegra. O restante código foi construído para executar o modelo, à semelhança do produto original.

### 3 Experimentação e Métricas

#### 3.1 BLEU

'Bilingual Evaluation Understudy Score' (BLEU) compara a sequência de resposta com a ideal. A métrica compara os conjuntos de caracteres, independentemente da ordem. O BLEU conta as *n-grams* e conta o número de coincidências [Papineni *et al.*, 2002]. Este método é maioritariamente para algoritmos de tradução de texto portanto, para este trabalho, as pontuações esperadas não são muito elevadas.

#### 3.2 ROUGE

'Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation' é um conjunto de métricas especializadas em avaliar *machine translation*. Estas métricas focam-se em quanto as palavras (ou *n-grams* no input se assemelham às previstas pelo modelo.

Neste trabalho foca-se no ROUGE-L que se baseia na subsequência mais longa em comum entre o *output* e a referência. Uma vantagem do uso desta métrica é que não é necessário ter correspondências consecutivas, mas correspondências em sequência [Lin and Och, 2004]. A implementação é feita com recurso ao módulo "rouge" do *python*.

#### 3.3 'Confusion Matrix'

### 4 Resultados

Partindo das especificações da autora na Tabela 1, rapidamente se chegou à conclusão que estes parâmetros requeria muito esforço computacional. Desta forma conduziram-se vários testes ao variar as *epochs* e a **quantidade de filmes** para treinar o modelo.

#### 4.1 Treino

Para o treino tentou-se seguir as recomendações de parâmetros da referência [Sojasingarayar, 2020b]. No entanto, e para uma amostra de dados de tamanho semelhante, o treino demorava mais que !!!!!!! a correr tudo. Desta forma fizeram-se vários testes para tentar encontrar um valor mais baixo de epochs que reproduzisse resultados fiáveis sem requerer de demasiado poder computacional.

**Para 85 e 100 epochs**

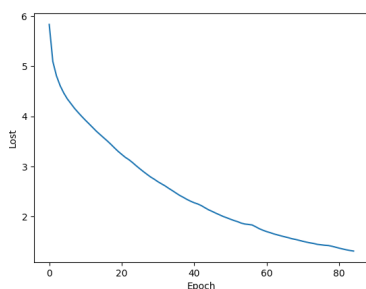


Figure 5

Estes valores foram tentados segundo o gráfico mostrado na figura 4. Ambas as tentativas utilizaram 500 filmes e duraram acima de 8 horas cada.

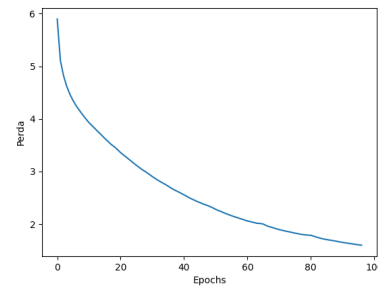


Figure 6: Gráficos de variação da perda consoante as *epochs*

Em ambas as tentativas, a perda não baixou do valor 1, o que revela poucas iterações de treino. No entanto a curva, perto dos valores máximos, está a tender para um valor constante. Com estes testes foi possível também inferir que, para treinos com um maior número de dados a perda inicial é maior.

**150 epochs**

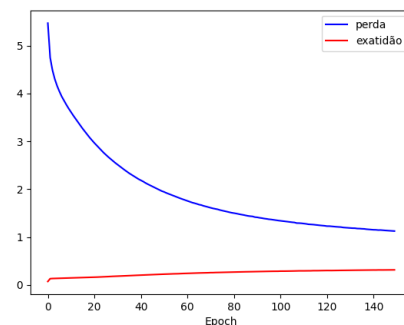


Figure 7: Gráficos de variação da perda consoante as *epochs*

Para este treino foram usados 1000 filmes, para entender como poderia variar o desempenho do modelo consoante o tamanho da amostra. Verificou-se que este aumento afeta principalmente o vocabulário aprendido pela máquina, mas apesar de tudo a 'performance' não melhora significativamente.

#### 4.2 Teste

Para os testes retiraram-se filmes aleatórios da base de dados para retirar valores dos testes mencionados na secção 3.

#### 4.3 'Chat'

Com algumas conversas com o algoritmo, reparou-se nalguns padrões, como o foco em palavras específicas e repetição da expressão perante várias entradas diferentes. Este problema é mais grave quando uma das palavras é um nome ou uma expressão estrangeira.

No entanto, alguns treinos com iterações mais elevadas (perto dos 200 *epochs* revelaram algumas conversas com respostas com algum sentido, mas sem contexto na conversa que se seguia.

O *chatbot* responde aos mesmos inputs de forma diferente consoante a conversa avança. Este efeito era esperado, pelo

```

Escreva a sua mensagem: olá
Bot: halig
Escreva a sua mensagem: o quê?
Bot: príncipe halig
Escreva a sua mensagem: quem é
Bot: abri halig
Escreva a sua mensagem: halig
Bot: gerald
Escreva a sua mensagem: gerald
Bot: chá
Escreva a sua mensagem: chá
Bot: órgãos
Escreva a sua mensagem: quem és?
Bot: abri bolsas

```

Figure 8: Exemplo da repetição da palavra "halig", que nem pertence ao dicionário português segundo o dicionário "priberam"

```

Escreva a sua mensagem: olá man
Bot: olá
Escreva a sua mensagem: tudo bem
Bot: daffy
Escreva a sua mensagem: quem
Bot: bering
Escreva a sua mensagem: daffy bearing
Bot: criminoso
Escreva a sua mensagem: és tu?
Bot: martha

```

Figure 9: Outra situação de fixação de nomes, que são mencionados sem qualquer contexto

que afere-se que o modelo é sensível ao desenrolar da conversa e do contexto que é dado.

## 5 Problemas e Resoluções

### 5.1 Conjunto de dados

Alguns problemas foram encontrados no uso da informação.

Em primeiro lugar, muitos ficheiros continham referências aos tradutores como parte das legendas. Como estas variavam em formato e local era difícil prever e retirar estas informações com sucesso.

Algumas traduções eram também desvirtuadas do português Portugal, tais como o uso de expressões como "em a", em vez de "na" em vários locais. A fonte oferecia também um pacote de português Brasil, portanto estas nuances não se esperariam no conjunto usado. Pequenas alterações como

```

Escreva a sua mensagem: és um robot ou um humano
Bot: é o que pede não
Escreva a sua mensagem: sim é o que peço
Bot: até logo a melhor
Escreva a sua mensagem: não respondes agora?
Bot: deixa estar
Escreva a sua mensagem: porque
Bot: sr
Escreva a sua mensagem: sim
Bot: sr
Escreva a sua mensagem: o que foi?
Bot: tinha fotografias

```

Figure 10: o modelo também dispersa facilmente

esta seriam de difícil execução sem uma análise extensiva dos dados.

### Resolução

Apesar destes problemas, usou-se este 'dataset' pela sua vastidão e facilidade de acesso. Acrescendo a dificuldade de materiais para a língua desejada, esta foi a melhor opção encontrada.

### 5.2 Modelo

A escolha do código foi influenciada na metodologia seq2seq (aconselhada pelo professor). A pesquisa foi então restringida para tal.

O uso desta versão 1.14 do *tensorflow* é desatualizada, pois o pacote está já na versão 2 a partir de 2019. Esta veio com uma mudança na organização e, portanto, na sintaxe a usar para construir o modelo. Obriga, também, ao uso de uma versão anterior do python (3.6 ou menor).

Este modelo traz então algumas agravantes, em especial o tempo de compilação. Para 500 filmes com 100 *epochs*, o tempo tomado foi cerca de 10 horas todo o processo de treino. Com estes números o modelo leva a um esforço computacional aquém do esperado, tornando-se até inexequível em termos de desenvolvimento do trabalho.

### Resoluções

melhores resultados poderiam ser obtidos com maior poder computacional. Com o modelo em causa e o *dataset* obtido, melhores resultados seriam obtidos.

Para melhoria de execução, e até suporte, alterações do código para suportar a versão 2 do *tensorflow* poderiam ser executadas.

## 6 Conclusões

### References

- [Bengio *et al.*, 1994] Yoshua Bengio, Patrice Simard, and Paolo Frasconi. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. *IEEE transactions on neural networks*, 5(2):157–166, 1994.
- [Danescu-Niculescu-Mizil and Lee, 2011] Cristian Danescu-Niculescu-Mizil and Lillian Lee. Chameleons in imagined conversations: A new approach to understanding coordination of linguistic style in dialogs. In *Proceedings of the Workshop on Cognitive Modeling and Computational Linguistics, ACL 2011*, 2011.
- [Lin and Och, 2004] Chin-Yew Lin and FJ Och. Looking for a few good metrics: Rouge and its evaluation. In *Ntcir workshop*, 2004.
- [Lison and Tiedemann, 2016] Pierre Lison and Jörg Tiedemann. OpenSubtitles2016: Extracting large parallel corpora from movie and TV subtitles. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16)*, pages 923–929, Portorož, Slovenia, May 2016. European Language Resources Association (ELRA).
- [opensubtitles, 2022] opensubtitles. opensubtitles.org. <https://www.opensubtitles.org/pt>, 2022.

- [OPUS, 2022] OPUS. OPUS the open parallel corpus. <https://opus.nlpl.eu/>, 2022.
- [Papineni *et al.*, 2002] Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward, and Wei-Jing Zhu. Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation. In *Proceedings of the 40th annual meeting of the Association for Computational Linguistics*, pages 311–318, 2002.
- [Sojasingarayar, 2020a] Abonia Sojasingarayar. Seq2seq ai chatbot with attention mechanism. *arXiv preprint arXiv:2006.02767*, 2020.
- [Sojasingarayar, 2020b] Abonia Sojasingarayar. Seq2seq-chatbot. <https://github.com/Abonia1/Seq2Seq-Chatbot>, 2020.
- [Sutskever *et al.*, 2014] Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, and Quoc V Le. Sequence to sequence learning with neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 27, 2014.