

## Bots Faraday

Os ChatBots ou robôs de comunicação podem interagir com as pessoas usando uma linguagem humanizada, quer seja escrita quer seja falada, podendo ser criativos e usar a inteligência artificial generativa para criar novos assuntos.

### Os ChatBots Faraday

Os ChatBots Faraday, que designaremos por Bots Faraday, ou Assistentes do Museu Faraday, foram concebidos para processarem linguagem natural, escrita ou falada em várias línguas, de modo a entenderem as perguntas e darem respostas relativas a objetos existentes no Museu Faraday do IST.

Os Bots Faraday são fontes digitais interativas e inteligentes de conhecimento científico que pretendem enquadrar as técnicas envolvidas na criação e nas aplicações da tecnologia ao longo dos tempos. Os Bots têm um conhecimento científico geral, mas são especialmente dotados de conhecimentos aplicáveis às peças museológicas existentes no Museu Faraday do IST.

O objetivo principal para os Bots foi simplificar ao máximo a interação com o utilizador e deixar as tarefas complicadas para os servidores e para os grandes Sistemas de Inteligência Artificial, SIA. Acresce-se que foi uma tentativa, bem-sucedida, de introduzir ferramentas de inteligência artificial na criação rápida de conteúdos para o Museu.

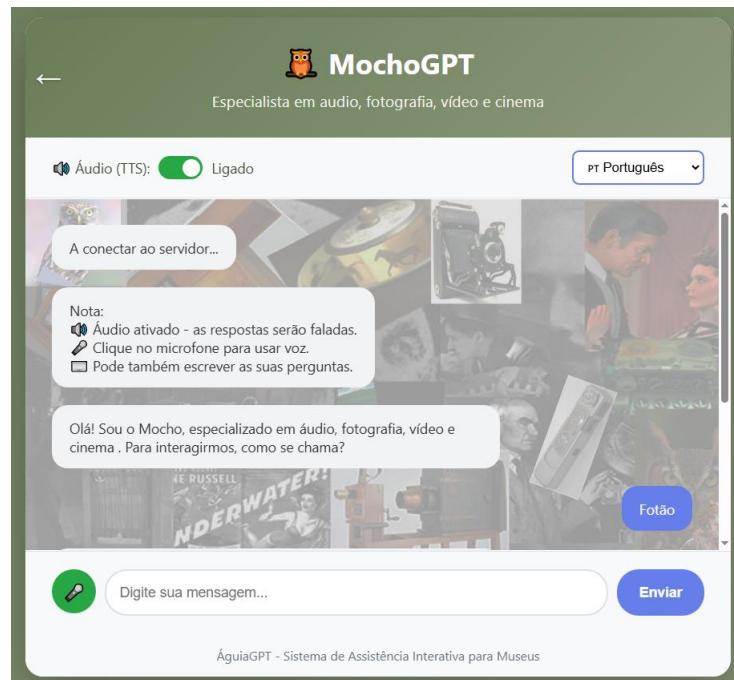
### Como são designados os Bots Faraday?

Os Bots têm nomes de animais ou figuras míticas a que se atribuem determinadas características relacionadas com os tópicos tratados no Bot. Por exemplo, o pássaro Colibri, ou Beija-Flor, é capaz de parar no ar e é capaz de acelerar e de travar muito rapidamente para se posicionar em frente a uma flor. Tal como os eletrões podem ser parados e acelerados por campos elétricos e magnéticos. Para os utilizadores o Bot Colibri identifica-se assim: *Olá! Sou o Colibri, o colibri azul, especialista em movimento de eletrões! Posso explicar como os eletrões se movem em vácuo, sólidos, líquidos e gases. Para interagirmos, como se chama?*

### Interface com o utilizador?

A interface com o utilizador foi desenhada por inteligência artificial com o pedido feito de ser extremamente simples, minimalista e fácil de usar. Ver, por exemplo a interface do Mocho, Fig. 1.

Estes Bots contêm informação local introduzida por especialistas do Museu, mas, na interação com os utilizadores, usam os novos, e já muito numerosos, sistemas de Inteligência artificial externos baseados em modelos LLM como o Chatgpt, o DeepSeek, etc.



**Fig. 1- Interface do Bot Mocho.**

Na interface do Bot existe sempre uma imagem de fundo realizada por um humano que inclui um conjunto de imagens relativas a alguns dos aparelhos e tecnologias referidos no Bot.

Os Bots Faraday foram treinados com conhecimento local sobre os objetos, mas também foram treinados para responder a perguntas sobre as tecnologias relacionadas com eles. A parte criativa ou generativa dos Bots Faraday foi propositadamente limitada nalguns Bots, em diferentes níveis, para que o tema da conversação não possa fugir muito fora do contexto do Museu Faraday e das tecnologias relacionadas.

Os Bots Faraday estão incluídos numa coleção de Bots do Museu Faraday designada por Águia. Existe um Bot supervisor designado por Prof. Faraday que supervisiona as respostas dadas pelos diferentes Bots, que foram criados com conteúdos tanto independentes, quanto foi possível, incluídos na Águia, e que pode sugerir a utilização de outro Bot do Museu como sendo mais adequado para dar uma resposta à questão específica colocada pelo utilizador. Na Fig.3

Os Bots Faraday são materializados por programas que são executados num computador /servidor bastante rápido, que comunica com vários tipos de módulos de interface com humanos, com dispositivos IoT (Internet of Things) ou com sinais elétricos provenientes de objetos do museu. Está prevista a possibilidade dos Bots transferirem comandos para experiências científicas existentes no Museu, para serem controladas remotamente.

### Que informação contém os Bots?

Cada Bot é especializado num assunto e a informação está armazenada na forma de texto em português. Este texto foi conseguido através de um grande conjunto de perguntas e de respostas dadas por especialistas do Museu e por convidados, que foram otimizadas usando ferramentas de inteligência artificial. Contêm, também, um banco de imagens, vídeos e sons, correspondentes a etiquetas associadas ao texto em português.

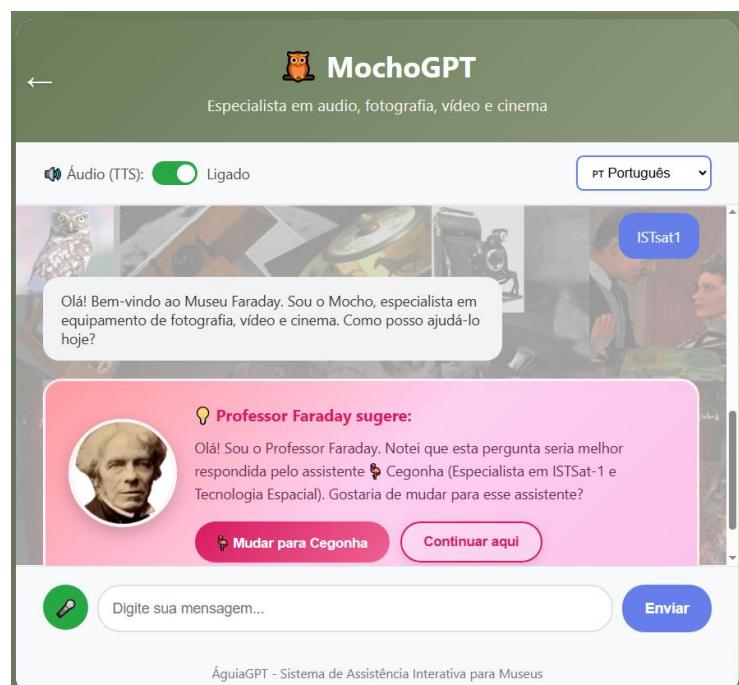


Fig. 2- Bot Prof. Faraday pretende ajudar o utilizador.

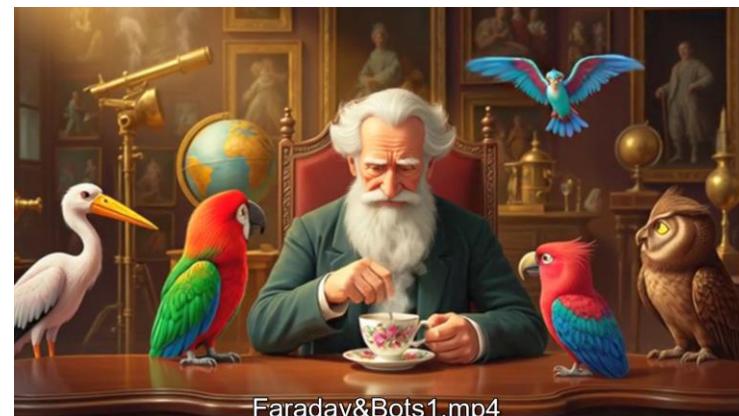


Fig. 3- Vídeo de 3 s com Bot Prof. Faraday reunido com 5 Bots.  
Vídeo criado com a ferramenta Pika

Os Bots passaram por uma fase inicial de aprendizagem e foram sendo otimizados para evitar a possibilidade de criarem respostas muito fora do contexto, mas têm ainda muita liberdade criativa que, por vezes, pode criar respostas erradas, ou sem sentido. O utilizador pode ensinar o Bot que aprenderá durante a sessão de comunicação, mas esta aprendizagem será posteriormente avaliada podendo, ou não, ser validada pela equipa do Museu. De um modo geral, os Bots têm evoluído ao longo do tempo com a sua utilização.

Nalguns Bots foram usadas também ferramentas de inteligência artificial para produzirem perguntas que conduzem a uma dada resposta. Por exemplo, se no chatGPT escrever a resposta HX PRO e pedir uma série de perguntas cuja resposta seja esta, é natural aparecerem perguntas como: *"Qual é o sistema desenvolvido pela Bang & Olufsen e adotado pela Dolby para otimizar a resposta de alta frequência em gravações de fita cassete?"* Esta pergunta pode, caso queiramos, pode ser incluída no contexto de conhecimentos do Bot.

### Como é que os Bots Faraday funcionam?

A comunicação dos Bots Faraday com humanos faz-se através de texto ou de fala, tendo a capacidade de interagir com os utilizadores de forma semelhante a uma conversa humana. O utilizador pode sempre comunicar com texto, Fig. 1, mas se na interface do Bot tiver o áudio ativado pode, também, comunicar através de voz e o Bot responderá também com voz. A seleção de texto ou de voz pode ser feita a qualquer instante da conversa com o Bot. As respostas serão sempre feitas com texto, podendo ou não existir resposta em voz, de acordo com a seleção que se fez (áudio / não áudio).

Cada vez que se chama um Bot, pelo endereço de internet, é aberta uma sessão no servidor. O Bot identifica-se e lista as suas capacidades básicas, que existem no seu conhecimento local. Pede o nome do utilizador para poder tornar a conversação mais amigável.

Tanto o texto como a fala podem ser expressos em várias línguas. Neste momento, dezembro de 2025, os Bots Faraday podem comunicar com os utilizadores em sete línguas (português, inglês, espanhol, francês, italiano, alemão e chinês<sup>1</sup>). Na conversa com o Bot, o utilizador pode mudar de língua em qualquer ocasião e as respostas seguintes virão expressas na nova língua selecionada.

### Como aceder aos Bots Faraday?

Os Bots Faraday têm uma componente que é acessível "OnLine", usando a rede de internet, através de computadores, dispositivos móveis ou através de dispositivos inteligentes dedicados existentes no Museu.

No Museu, existem alguns dispositivos de interface que podem ter alguma informação local que pode ser diretamente fornecida ao utilizador, mas podem aceitar perguntas específicas e aceder diretamente ao conhecimento de um Bot que encaminhará as respostas para o mesmo dispositivo, sempre na língua de comunicação que for escolhida pelo utilizador. Alguns dispositivos são do tipo IoT (Internet of Things) estão dotados de vários sensores e disponibilizam a informação na rede de internet a que os Bots Faraday podem aceder, complementando as respostas a perguntas de utilizadores.

Os Bots Faraday estão instalados num Computador / servidor existente no Museu. Os Bots estão individualizados e o utilizador pode estar a usar vários Bots ao mesmo tempo. Para uniformizar o funcionamento dos Bots com diferentes tipos de dispositivos de interface humana, o reconhecimento e a síntese de voz são feitos no servidor de Bots, com vários modelos/tipos de fala, um para cada Bot. Os dispositivos podem comunicar em texto e em voz em "áudio analógico". A opção de texto está sempre

---

<sup>1</sup> A conversa em língua chinesa ainda não está completamente operacional.

disponível, mas pode selecionar áudio de voz. Com o áudio selecionado o reconhecimento da voz na língua que foi escolhida e as questões são convertidas em texto.

O contexto, o texto específico com perguntas e respostas, do Bot e o texto que resultou da voz reconhecida ou do texto escrito no dispositivo móvel, são enviados para o SIA. O SIA envia a resposta em modo texto e este é associado às etiquetas multimédia originais e é apresentado como texto ou é convertido em voz, na língua inicialmente escolhida pelo utilizador.

Os Bots que não saibam responder a uma dada pergunta, dirão que não têm informação sobre o assunto. Existe, contudo, um supervisor, um Bot especial, designado por Prof. Faraday, que analisa as respostas "negativas" dos Bots e, caso haja na coleção de Bots do Museu um Bot mais especializado, o Prof. Faraday intromete-se na conversação e manda uma mensagem ao utilizador a perguntar se quer mudar para esse novo Bot para este responder à questão. Caso o utilizador diga que quer mudar para o novo Bot, este entrará em funcionamento para o utilizador fazer novamente as perguntas específicas. No Anexo I pode ver alguns exemplos de interação com alguns Bots.

[Os Bots Faraday estão aqui!](#) ➔

### **Como foram criados os Bots Faraday?**

Os Bots Faraday foram criados por várias ferramentas de inteligência artificial na linguagem de programação Python. O primeiro a ser criado foi o Bot Cegonha na língua portuguesa. Este Bot permite responder a questões sobre o nanosatélite ISTSat1 e sobre as esculturas Cegonha&Garça e ISTSat1 Tower. No futuro irá também responder a questões sobre a exploração do Espaço pelos humanos. O Bot Cegonha, depois de afinado, serviu como base para os diferentes Bots criados no Museu.

### **As vantagens das ferramentas de Inteligência Artificial**

A arquitetura do Cegonha foi gerada automaticamente a partir de pedidos dos autores, usando um programa em código Phyton exclusivamente gerado por ferramentas como o [Windsurf](#) e o [Claude](#). Apesar de podermos alterar o código gerado e introduzirmos novos segmentos de código, a experiência mostrou-nos que era melhor não o fazermos. Fizemos questão de não introduzirmos sequer uma linha de código por via humana. Cada Bot Faraday apesar da aparência simples da interface é uma aplicação complexa. Usa várias aplicações de código livre, aconselhadas por ferramentas de IA e, adicionalmente, possui mais de 5000 linhas de código escrito em Phyton, tarefa de programação que seria muito trabalhosa para um humano.

Na geração automática de programas com IA, envolvendo muitos módulos de origens diferentes, podem surgir erros quando se executa o programa do Bot. Usando o Claude, o programa pára na zona do erro, mas se fizermos uma imagem do ecrã "Print Screen", o Claude reconhece a imagem, pensa um bocadinho e, ao fim de algum tempo diz "Já descobri o erro, posso alterar o programa? Se confiarmos e dissermos para alterar, veremos as alterações a serem feitas à nossa frente, sem intervirmos. Lembramo-nos do amigo Jorge Amarante, um dos voluntários iniciais do Museu Faraday, que construiu pequenos aviões, que pilotava, achava que os aviões modernos não tinham piada, pois fazem tudo sem intervenção humana. O Jorge, frequentemente, comentava: *agora, na cabina de pilotagem só há dois lugares, um para o piloto e outro para um cão de guarda que impede que o piloto tenha a ousadia de mexer em qualquer botão.*

Inicialmente fazíamos o reconhecimento e a síntese de voz nos "browsers" dos terminais, PC, tablets ou telefones celulares, mas encontrámos dificuldades com os telefones iPhone. Questionando o Windsurf sobre este problema, que já era conhecido, recomendou que usássemos um reconhecedor /sintetizador de voz no servidor e assim todos os dispositivos terminais teriam o mesmo desempenho. Pedimos uma lista de

reconhecedores/sintetizadores livres (sem custo) e impusemos alguns critérios de medição de desempenho. Rapidamente a ferramenta fez uma tabela com classificações de 1 a 5 dos diferentes reconhecedores com utilização livre. Pedimos um conselho sobre qual seria o melhor para o nosso caso e ordenou-os. Decidimos ficar com 3 ou 4, aos quais atribuímos prioridades de entrada em funcionamento.

O Cegonha foi submetido a um grande número de testes e de sessões de aprendizagem até se encontrar um grau de fiabilidade das respostas que foi considerado aceitável. O programa do Cegonha é muito complicado e levaria mais de uma dezena de meses para ser realizado por um programador profissional muito experiente em todas as áreas de programação.

Uma vez aceite a arquitetura final do Cegonha, em Português; não demorou mais de 20 minutos a fazer a passagem e a alteração automática do programa para aceitar as 7 línguas atuais de comunicação do Bot com o utilizador. Esta alteração foi realizada pelo Claude à nossa frente, sempre com o nosso consentimento para realizar as alterações.

Os novos Bots do Museu Faraday são feitos muito rapidamente pois a arquitetura é a do Cegonha e basta criar um novo contexto e uma nova base de dados de componentes multimédia, mudar alguns parâmetros com um editor baseado em IA e o Bot fica rapidamente operacional. A nossa experiência permite-nos concluir que não devemos ter medo da IA, mas devemos usá-la com regras. Claro que há muitas profissões de humanos que serão eliminadas por sistemas de IA, muito mais eficientes, mas novas profissões e novas oportunidades aparecerão, como pretendemos exemplificar com a criação dos Bots Faraday.

### Arquitetura dos Bots Faraday

Embora a interface com o utilizador seja simples, os Bots Faraday são programas muito complicados que têm uma arquitetura que não é fácil descrever num desenho em duas dimensões. Na Fig. 4 pode observar um desenho muito simplificado dos blocos principais dos Bots. Todavia, usando uma ferramenta de IA, como o Claude, pode obter-se um desenho da arquitetura real, a partir da análise do programa escrito em Python, tarefa que seria quase impossível de fazer por um humano.

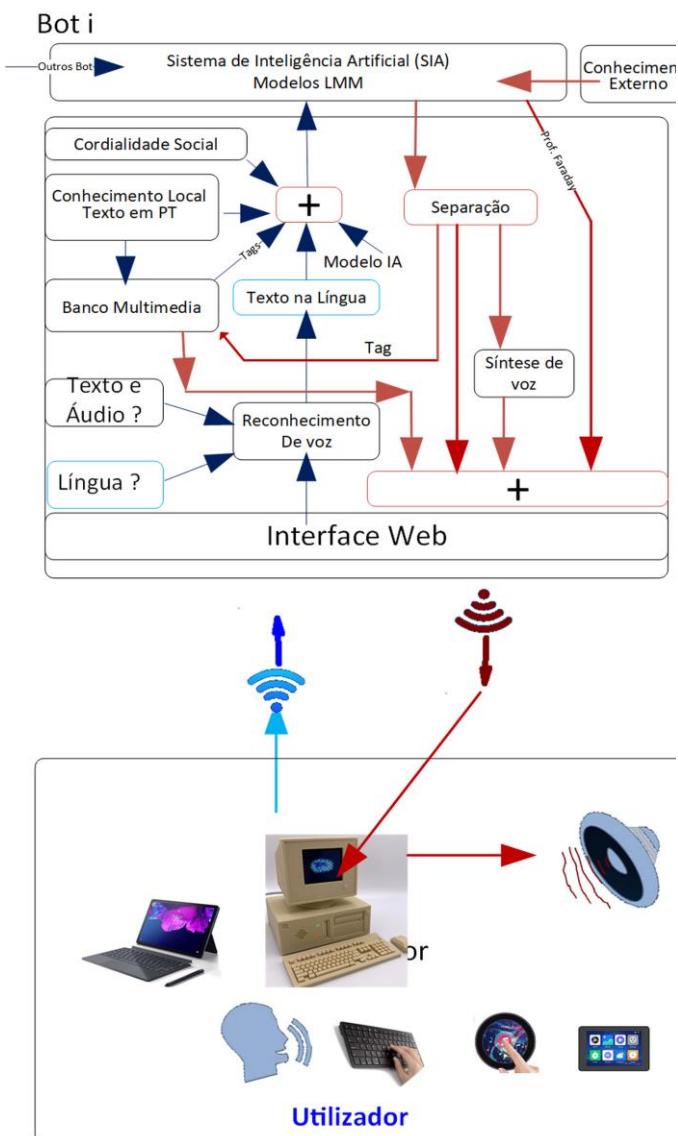


Fig. 4- Arquitetura muito simplificada de um Bot Faraday

### Arquitetura real dos Bots Faraday

Este diagrama de fluxo de sinal do Bot na forma de gráfico escalável, SVG (Scalable Vector Graphics), pode ser ampliado e observar com detalhe as diferentes regiões do gráfico e aperceber-se das operações que são feitas pelo Bot.

## Anexo I

### Exemplos de interação com os Bots.

#### Anexo I

Exemplos de interação com os Bots: Mocho, Pica-Pau e Cegonha. Prof Faraday sabe quando um Bot deve passar a palavra a um Bot amigo e especializado, quando aquele não sabe responder.

The grid displays 12 screenshots of AI interactions across four rows:

- Row 1:** Shows interactions with **MochoGPT**. The first screenshot shows a suggestion from "Professor Faraday sugere:" to switch to Mocho. Subsequent screenshots show Mocho responding to questions about his role as an audio, photography, video, and cinema specialist.
- Row 2:** Shows interactions with **CegonhaGPT**. It includes a screenshot where Mocho suggests switching to Cegonha, and another where Cegonha responds to a question about the evolution of magnetic tape recording.
- Row 3:** Shows interactions with **Pica-PauGPT**. It includes a screenshot where Mocho suggests switching to Pica-Pau, and another where Pica-Pau responds to a question about telegraphy and Morse code.
- Row 4:** Shows interactions with **CegonhaGPT** in French. It includes a screenshot where Mocho suggests switching to Cegonha, and another where Cegonha responds to a question about the ISTSat-1 satellite.